

Rec'd PCT/PTO 24 SEP 2004

10/508961
PCT/EP 03 / 017 83

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 31 MAR 2003
WIPO PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

102 13 921.0

Anmeldetag:

28. März 2002

Anmelder/Inhaber:

Röhm GmbH & Co KG, Darmstadt/DE;
Zimmer AG, Frankfurt am Main/DE.

Erstanmelder:

Zimmer AG, Frankfurt am Main/DE

Bezeichnung:

Verfahren zum Spinnen und Aufspulen von Polyester-
Multifilament-Garnen unter Verwendung von Spinn-
additiven sowie durch das Spinn-Verfahren erhältliche
Polyester-Multifilament-Garne

IPC:

D 01 D, D 06 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. März 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

z 424

20. März 2002

mai/hk

f:\ib4\isp\lspanm\ib000133.rtf

ZIMMER AG
Borsigallee 1

D-60388 Frankfurt am Main

Verfahren zum Spinnen und Aufspulen von Polyester-Multifilament-Garnen
unter Verwendung von Spinnadditiven sowie durch das Spinn-Verfahren
erhältliche Polyester-Multifilament-Garne

Verfahren zum Spinnen und Aufspulen von Polyester-Multifilament-Garnen unter
Verwendung von Spinnadditiven und durch das Spinn-Verfahren erhältliche Polyester-
Filamente

5

Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zum Spinnen und Aufspulen von Polyester-Filamenten unter Verwendung von Spinnadditiven, die zu mindestens 85 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Polyester-Filaments aus Polybutylterephthalat (PBT) und/oder Polytrimethylterephthalat (PTMT), vorzugsweise aus PTMT, bestehen, sowie die durch das Verfahren erhältlichen Polyester-Multifilamente. Des weiteren bezieht sich die vorliegende Erfindung auch auf die Verwendung der Polyester-Multifilamente zur Strecktexturierung.

10

Die Herstellung von kontinuierlichen Polyester-Multifilamenten, insbesondere von Polyethylterephthalat-(PET)-Multifilamenten, in einem zweistufigen Verfahren ist bereits bekannt. Dabei werden in der ersten Stufe Multifilamente gesponnen und aufgespult, die in einer zweiten Stufe fertig verstreckt und thermofixiert oder zu bauschigen Multifilamenten strecktexturiert werden. Zwischen den beiden Stufen können die Fadenwickelpakete der Multifilament-Garne für längere Zeit gelagert und bei höheren Temperaturen transportiert werden, ohne dass sich dies auf die Verarbeitungsbedingungen der zweiten Stufe sowie auf die Qualität der erhältlichen Produkte auswirkt.

15

Eine Übersicht über dieses Gebiet liefert das Buch „*Synthetische Fasern*“ von F. Fourné (1995), erschienen im Hanser-Verlag München, indem es die Grundlagen der Spinn- und Spultechnik beschreibt.

25

Im Unterschied zu PET-Multifilament-Garnen zeigen jedoch Polytrimethylterephthalat-(PTMT)- oder Polybutylterephthalat-(PBT)-Multifilament-Garne sowohl direkt nach dem Spinnen und beim Aufspulen als auch mehrere Stunden und Tage nach dem Aufspulen beim Lagern und Transportieren, insbesondere bei höheren Umgebungstemperaturen, eine beachtliche Schrumpftneigung, die zu einer Fadenverkürzung führt. Der Spulkörper wird dadurch zusammengepresst, so dass es im Extremfall zu einem Festschrumpfen des Wickelkörpers auf dem Aufspuldorn kommt und der Wickelkörper nicht mehr abgenommen

werden kann. Während der Lagerung für eine längere Zeitspanne oder beim Transport, insbesondere bei erhöhten Temperaturen, verliert das Fadenwickelpaket seine gewünschte „käseartige“ Struktur und es bilden sich im Wickelkörper ein sogenannter Sattel mit harten Rändern und eingelaufenem Mittelteil aus. Dadurch werden textile Kenndaten der Filamente verschlechtert und es kommt zu Ablaufproblemen beim Abarbeiten der Wickel. Diese Probleme, die bei der Verarbeitung von PET-Fasern nicht auftreten, können im allgemeinen nur durch eine Begrenzung des Fadenwickelpaket-Gewichts auf weniger als 2 kg vermieden werden.

Weiterhin wird beobachtet, dass im Unterschied zu PET-Multifilament-Garnen PBT- oder PTMT-Multifilament-Garne beim Lagern verstärkt altern. Dieses wird verstärkt bei Umgebungstemperaturen im Bereich und oberhalb des Polymer-Glaspunktes beobachtet. Es tritt eine Strukturverhärtung auf, die im Laufe der Zeit zu einer Veränderung der charakteristischen Eigenschaften der Multifilament-Garne (z. B. Erniedrigung des Kochschrumpfes) führt. Von der industriellen Anwendung werden jedoch lagerstabile Multifilament-Garne mit gleichbleibenden, von den konkreten Lagerbedingungen unabhängigen Garneigenschaften gefordert, die eine kontinuierliche Weiterverarbeitung erlauben und zu Multifilament-Garnen mit einheitlichen Eigenschaften führen.

Die Unterschiede zwischen PET und PBT bzw. PTMT werden üblicherweise auf Struktur- und Eigenschaftsdifferenzen zurückgeführt, wie dies beispielsweise in Chemical Fibers Int., S. 53, Bd. 50 (2000) dargestellt wird, und waren Gegenstand auf dem 39. Int. Man-made Fibre Congress, vom 13. bis 15. Sept. 2000 in Dornbirn. So wird angenommen, dass unterschiedliche Kettenformationen sowie der höhere Glaspunkt von PET im Vergleich zum PTMT/PBT für die Eigenschaftsdifferenzen verantwortlich sind.

Erste Ansätze zur Lösung dieser Probleme werden in den Patentanmeldungen WO 99/27168, WO 01/04393 und dem europäischen Patent EP 0,731,196 B1 beschrieben. Die Herstellung von Polyester-Multifilament-Garnen, die zu mindestens 90 Gew.-% aus Polytrimethylenterephthalat bestehen, erfolgt in WO 99/27168 durch Spinnen und Verstrecken. Dabei werden Spinnabzugsgeschwindigkeiten von höchstens 2100 m/min angegeben, die jedoch aus ökonomischer Sicht zu niedrig sind. Die durch das Verfahren

erhältlichen Polyester-Fasern weisen einen Kochschrumpf zwischen 5 % und 16 % sowie eine Reißdehnung von 20 % bis 60 % auf, so dass sie für die Weiterverarbeitung nur bedingt geeignet sind, weil man aufgrund der geringen Reißdehnung eine erhöhte Anzahl von Verarbeitungsfehlern beim Weiterverarbeiten erwarten muss. Weiterhin wird das resultierende

5 Garn eine reduzierte Reißfestigkeit aufweisen.

Die WO 01/04393 betrifft ein Verfahren zur Herstellung von PTMT-Multifilamenten, bei welchem die Multifilament-Garne unter Verwendung von beheizten Galetten wärmebehandelt werden. Jedoch werden weder die Lager- noch die Transportstabilität, insbesondere bei höheren Temperaturen, beschrieben. Ein Nachteil des Verfahrens sind die erforderlichen niedrigen Spinnabzugsgeschwindigkeiten. Eine - aus wirtschaftlichen Gründen erstrebenswerte - Geschwindigkeitserhöhung bedingt eine kürzere Kontaktzeit der Multifilamente auf den beheizten Galetten, welches zu einer Verschlechterung der Langzeitlagerstabilität der resultierenden Fadenwickelpakete sowie des POY-Kochschrumpfes bei höheren Temperaturen führt.

15 Das europäische Patent EP 0,731,196 B1 beansprucht ein Verfahren zum Spinnen, Verstrecken und Aufspulen eines synthetischen Fadens, bei dem der Faden nach der Verstreckung und vor dem Aufspulen zur Verminderung der Schrumpfnegung einer Wärmebehandlung unterworfen wird. Einsetzbare synthetische Fasern umfassen auch

20 Polytrimethylterephthalat-Fasern. Gemäß EP 0,731,196 B1 erfolgt die Wärmebehandlung dadurch, dass der synthetische Faden in enger Nachbarschaft jedoch im wesentlichen ohne Berührung entlang einer langgestreckten Heizoberfläche geführt wird. Eine Behandlung des Fadenwickelpakets wird in der Druckschrift nicht beschrieben. Darüber hinaus können ihr auch keine Angaben bezüglich der Lagerstabilität und der Transportstabilität der Fadenwickelpakete entnommen werden.

25 Ein weiteres Problem, welches üblicherweise während dem Spinnen und dem Aufspulen von Multifilament-Garnen, insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten, zu beobachten ist, ist die Lärmbelästigung, insbesondere in der Nähe des Wicklers. Es wurde daher vorgeschlagen, die Wickler-Einheit in einem schallisolierenden Gehäuse einzuhausen. Jedoch wurde eine

Wärmebehandlung des Fadenwickelpakets innerhalb dieses schallisolierenden Gehäuses im Stand der Technik bisher nicht beschrieben.

5 In Anbetracht des Standes der Technik war es nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die vorstehend genannten Probleme zu lösen. Insbesondere war es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Spinnen und Aufspulen von Polyester-Multifilament-Garnen, die zu mindestens 85 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Filamente aus PBT und/oder PTMT bestehen, zur Verfügung zu stellen, welches die Herstellung und das Aufspulen von Polyester-Multifilament-Garnen auf einfache Art und Weise ermöglicht. Dabei sollten die Polyester-Multifilamente zweckmäßigerweise Reißdehnungswerte von $> 60\%$, vorzugsweise im Bereich von $75\% - 145\%$, einen Kochschrumpf von 0 bis 10% , und eine hohe Gleichmäßigkeit bezüglich der Filament-Kennwerte aufweisen.

15 Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand darin, ein Verfahren zum Spinnen und Aufspulen von Polyester-Multifilament-Garnen anzugeben, das großtechnisch und kostengünstig durchführbar ist. Das erfindungsgemäße Verfahren sollte möglichst hohe Abzugsgeschwindigkeiten, vorzugsweise größer gleich 2200 m/min und hohe Fadengewichte auf dem Spulkörper von mehr als 2 kg , insbesondere von mehr als 4 kg , erlauben, wobei die Fadenwickelpakete zweckmäßigerweise eine gleichmäßige käseförmige Gestalt ohne Ausbauchungen und abgerutschte Fadenlagen aufweisen sollten.

20 Es war auch eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Lagerfähigkeit der durch das erfindungsgemäße Verfahren erhältlichen Polyester-Multifilamente zu verbessern. Diese sollten auch für eine längere Zeitspanne, beispielsweise 4 Wochen, lagerfähig sein. Ein Zusammenpressen des Spulkörpers während der Lagerung, insbesondere ein Festschrumpfen des Wickelkörpers auf dem Aufspuldorn sowie die Ausbildung eines Sattels mit harten Rändern und eingelaufenem Mittelteil sollte nach Möglichkeit unterbunden werden, so dass
25 keine Ablaufprobleme beim Abarbeiten der Wickel auftreten können.

Erfindungsgemäß sollten die Polyester-Multifilamente auf einfache Art und Weise in einem Streck- oder Strecktexturierungsprozeß, insbesondere bei hohen Texturierungsgeschwindigkeiten, vorzugsweise größer 450 m/min , weiterverarbeitet werden können. Die durch die

Strecktexturierung erhältlichen Multi-Filament Garne sollten hervorragende Materialeigenschaften, wie eine hohe Reißfestigkeit und eine hohe Reißdehnung, eine niedrige Anzahl an Kapillarbrüche und eine gleichmäßige Anfärbbarkeit aufweisen.

5 Gelöst werden diese sowie weitere nicht explizit genannten Aufgaben, die jedoch aus den hierin einleitend diskutierten Zusammenhängen ohne weiteres ableitbar oder erschließbar sind, durch ein Verfahren zum Spinnen und Aufspulen mit allen Merkmalen des Patentanspruchs 1. Zweckmäßige Abwandlungen des erfindungsgemäßen Verfahrens werden in den auf Anspruch 1 rückbezogenen Unteransprüchen unter Schutz gestellt. Das durch das Spinn-Verfahren erhältliche Polyester-Multifilament-Garn wird im unabhängigen Produktanspruch beschrieben. Die Strecktexturierung des vororientierten Polyester-Filamentes wird im 10 Verfahrensspruch 21 beansprucht, während sich die Produktansprüche 22 und 23 auf die durch die Strecktexturierung erhältlichen bauschigen Filamente beziehen.

Dadurch, dass man bei einem Verfahren zur Herstellung und zum Aufspulen von Polyester-Multifilament-Garnen, die zumindestens 85 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des 15 Multifilament-Garns aus Polybutylenterephthalat (PBT) und/oder Polytrimethylenterephthalat (PTMT) bestehen und zwischen 0,05 Gew.-% und 2,5 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Multifilament-Garns mindestens eines Additiv-Polymers als Dehnungserhöhungsmittel enthalten, das Fadenwickelpaket des Polyester-Multifilament-Garns bei einer Temperatur im Bereich von $> 45^{\circ}\text{C}$ bis 65°C wärmebehandelt, gelingt es auf nicht 20 ohne weiteres vorhersehbare Weise Polyester-Multifilamente bereitzustellen, die auch nach einer Lagerung für 4 Wochen, insbesondere nach einer Lagerung bzw. nach einem Transport bei höheren Temperaturen bis 65°C ihre hervorragenden Materialeigenschaften bewahren. Eine signifikante Verschlechterung der Gleichmäßigkeitswerte des Fadens infolge einer Alterung bzw. ein Wickelschrumpf der gesponnenen Faser auf der Spule ist nicht zu 25 beobachten.

Zugleich besitzt das erfindungsgemäße Verfahren eine Reihe weiterer Vorteile. Hierzu gehören unter anderem:

- ⇒ Das erfindungsgemäße Verfahren ist auf einfache Art und Weise, großtechnisch und kostengünstig durchführbar. Insbesondere erlaubt das Verfahren das Spinnen und Aufspulen bei hohen Abzugsgeschwindigkeiten von mindestens 2200 m/min und die Herstellung hoher Fadengewichte auf dem Spulkörper von mehr als 2 kg, insbesondere von mehr als 4 kg, wobei die Fadenwickelpakete eine gleichmäßige, käseförmige Gestalt ohne Ausbauchungen und abgerutschte Fadenlagen aufweisen.
- ⇒ Durch den Einsatz von Spinnadditiven können Abzugsgeschwindigkeiten von bis zu 6000 m/min erzielt werden. Hierdurch können die Anlagen besonders wirtschaftlich betrieben werden.
- ⇒ Die durch das Verfahren erhältlichen Polyester-Multifilament-Garne können somit auf einfache Art und Weise, großtechnisch und kostengünstig in einem Streck- bzw. einem Strecktexturierungsprozeß weiterverarbeitet werden. Dabei kann die Texturierung bei Geschwindigkeiten größer 450 m/min erfolgen.
- ⇒ Aufgrund der hohen Gleichmäßigkeit der durch das Verfahren erhältlichen Polyester-Multifilament-Garne ist es auf einfache Art und Weise möglich, einen guten Spulenaufbau einzustellen, der eine gleichmäßige und nahezu fehlerfreie Anfärbung und Weiterverarbeitung der Polyester-Multifilament Garne erlaubt.
- ⇒ Es werden formstabile Fadenwickel beim Aufspulen erhalten, die sich ohne Probleme vom Spuldorn abnehmen lassen und die ihre Gestalt auch nach längerer Lagerzeit von z. B. 4 Wochen oder bei einem Transport bei Temperaturen bis 65°C, insbesondere bei Temperaturen zwischen dem Glaspunkt des Polymeren und 65°C beibehalten.
- ⇒ Es werden höhere Reißdehnungen bei höheren Spinnengeschwindigkeiten als ohne Additiv erhalten, so dass ein höheres Verstreckverhältnis beim Weiterverarbeiten resultiert mit einem positiven Effekt auf die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.
- ⇒ Der erhaltene Kochschrumpf des POY von 0 - 10 %, gewährleistet die hohe Stabilität der Fadenkennwerte beim Lagern. Selbst bei höheren Transporttemperaturen bis 65°C

erniedrigt sich der Kochschrumpf um maximal 10 % absolut. Es tritt keine Deformation des Wickelpaketes auf.

⇒ Die durch Strecktexturierung der Multifilament-Garne erhältlichen Garne weisen hohe Reißdehnung sowie eine hohe Reißfestigkeit auf.

5 Im folgenden wird die Erfindung detaillierter beschrieben, wobei gelegentlich auf die beiliegenden Zeichnungen bezug genommen wird, in welchen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Aufspulen von einem oder mehreren Multifilament-Garnen ist,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines „käseartigen“ Fadenwickelpaketes ist,

10 Fig. 3 eine schematische Darstellung eines deformierten Fadenwickelpaketes mit einem Sattel mit harten Rändern und eingelaufenem Mittelteil ist.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung und zum Aufspulen von Polyester-Multifilament-Garnen, die zu mindestens 85 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Filaments aus Polybutylenterephthalat (PBT) und/oder

Polytrimethylenterephthalat (PTMT) bestehen. Polybutylenterephthalat (PBT) und/oder Polytrimethylenterephthalat (PTMT) sind dem Fachmann bekannt. Polybutylenterephthalat (PBT) kann durch Polykondensation von Terephthalsäure mit äquimolaren Mengen an 1,4-Butandiol, Polytrimethylenterephthalat durch Polykondensation von Terephthalsäure mit äquimolaren Mengen an 1,3-Propandiol erhalten werden. Auch Mischungen der beiden

20 Polyester sind denkbar. Erfindungsgemäß bevorzugt wird PTMT.

Die Polyester können sowohl Homo- als auch Copolymere sein. Als Copolymere kommen insbesondere solche in Frage, die neben wiederkehrenden PTMT- und/oder PBT-Einheiten noch bis zu 15 Mol.-% bezogen auf alle Wiederholungseinheiten der Polyester

Wiederholungseinheiten üblicher Comonomere, wie z. B. Ethylenglykol, Diethylenglykol,

25 Triethylenglykol, 1,4-Cyclohexandimethanol, Polyethylenglykol, Isophthalsäure und/oder

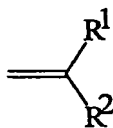
Adipinsäure, enthalten. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden jedoch Polyester-Homopolymere bevorzugt.

Die erfindungsgemäßen Polyester können übliche Mengen weiterer Zusatzstoffe als Beimischungen, wie Katalysatoren, Stabilisatoren, Antistatika, Antioxidantien, Flammschutzmittel, Farbstoffe, Farbstoffaufnahme-Modifikatoren, Lichtstabilisatoren, organische Phosphite, optische Aufheller und Mattierungsmittel enthalten. Vorzugsweise enthalten die Polyester 0 bis 5 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Filaments an Zusatzstoffen.

Weiterhin können die Polyester auch einen geringen Anteil, vorzugsweise bis zu 0,5 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Filamentes, an Verzweigerkomponenten, enthalten. Zu den erfindungsgemäß bevorzugten Verzweigerkomponenten gehören unter anderem polyfunktionelle Säuren, wie Trimellitsäure, Pyromellitsäure, oder tri- bis hexavalente Alkohole, wie Trimethylolpropan, Pentaerythrit, Dipentaerythrit, Glycerin, oder entsprechende Hydroxysäuren.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden dem PBT und/oder PTMT 0,05 Gew.-% bis 2,5 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Filaments an Additiv-Polymeren als Dehnungserhöhungsmittel beigemischt. Erfindungsgemäß besonders geeignete Additivpolymere umfassen die nachfolgend genannten Polymere und/oder Copolymere:

1. Ein Polymer, das durch Polymerisation von Monomeren der allgemeinen Formel (I):



(I)

erhältlich ist, wobei R^1 und R^2 Substituenten bestehend aus den optionalen Atomen C, H, O, S, P und Halogenatomen sind und die Summe des Molekulargewichts von R^1 und R^2 mindestens 40 beträgt. Beispielhafte Monomereinheiten umfassen Acrylsäure, Methacrylsäure, und $\text{CH}_2 = \text{CR} - \text{COOR}'$, wobei R ein H-Atom oder eine CH_3 -Gruppe

und R' ein C₁₋₁₅-Alkylrest oder ein C₅₋₁₂-Cycloalkylrest oder ein C₆₋₁₄-Arylrest ist, sowie Styrol und C₁₋₃-alkylsubstituierte Styrole.

2. Ein Copolymer, welches folgende Monomereinheiten enthält:

A = Acrylsäure, Methacrylsäure oder CH₂ = CR – COOR', wobei R ein H-Atom oder eine CH₃-Gruppe und R' ein C₁₋₁₅-Alkylrest oder ein C₅₋₁₂-Cycloalkylrest oder ein C₆₋₁₄-Arylrest ist,

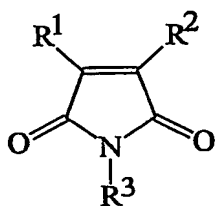
B = Styrol oder C₁₋₃-alkylsubstituierte Styrole,

wobei das Copolymer aus 60 bis 98 Gew.-% A und 2 bis 40 Gew.-% B, vorzugsweise aus 83 bis 98 Gew.-% A und 2 bis 17 Gew.-% B, und besonders bevorzugt aus 90 bis 98 Gew.-% A und 2 bis 10 Gew.-% B (Summe = 100 Gew.-%) besteht.

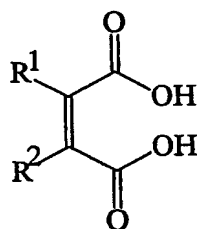
3. Ein Copolymer, welches folgende Monomereinheiten enthält:

C = Styrol oder C₁₋₃-alkylsubstituierte Styrole,

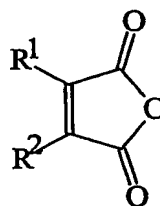
D = eines oder mehrere Monomere der Formel I, II oder III



(II)



(III)



(IV)

wobei R¹, R² und R³ jeweils ein H-Atom oder ein C₁₋₁₅-Alkylrest oder ein C₆₋₁₄-Arylrest oder ein C₅₋₁₂-Cycloalkylrest sind,

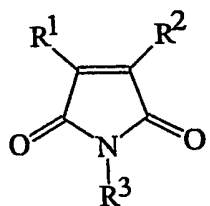
wobei das Copolymer aus 15 bis 95 Gew.-% C und 2 bis 80 Gew.-% D, vorzugsweise aus 50 bis 90 Gew.-% C und 10 bis 50 Gew.-% D und besonders bevorzugt aus 70 bis 85 -% C und 15 bis 30 Gew.-% D besteht, wobei die Summe aus C und D zusammen 100 Gew.-% ergibt.

4. Ein Copolymer, welches folgende Monomereinheiten enthält:

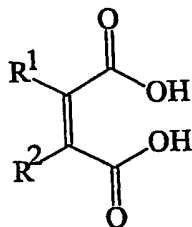
E = Acrylsäure, Methacrylsäure oder CH₂ = CR – COOR', wobei R ein H-Atom oder eine CH₃-Gruppe und R' ein C₁₋₁₅-Alkylrest oder ein C₅₋₁₂-Cycloalkylrest oder ein C₆₋₁₄-Arylrest ist,

F = Styrol oder C₁₋₃-alkylsubstituierte Styrole,

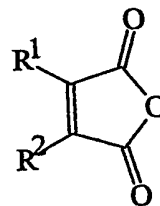
G = eines oder mehrere Monomere der Formel I, II oder III



(II)



(III)



(IV)

wobei R¹, R² und R³ jeweils ein H-Atom oder ein C₁₋₁₅-Alkylrest oder ein C₅₋₁₂-Cycloalkylrest oder ein C₆₋₁₄-Arylrest sind,

H = eines oder mehrerer ethylenisch ungesättigter mit E und/oder mit F und/oder G copolymerisierbarer Monomere aus der Gruppe, welche aus α -Methylstyrol, Vinylacetat, Acrylsäureestern, Methacrylsäureestern, die von E verschieden sind, Acrylnitril, Acrylamid, Methacrylamid, Vinylchlorid, Vinylidenchlorid, halogensubstituierten Styrolen, Vinylethern, Isopropenylethern und Dienen besteht,

wobei das Copolymer aus 30 bis 99 Gew.-% E, 0 bis 50 Gew.-% F, >0 bis 50 Gew.-% G und 0 bis 50 Gew.-% H, vorzugsweise aus 45 bis 97 Gew.-% E, 0 bis 30 Gew.-% F, 3 bis 40 Gew.-% G und 0 bis 30 Gew.-% H und besonders bevorzugt aus 60 bis 94 Gew.-% E, 0 bis 20 Gew.-% F, 6 bis 30 Gew.-% G und 0 bis 20 Gew.-% H besteht, wobei die Summe aus E, F, G und H zusammen 100 Gew.-% ergibt.

Es handelt sich bei der Komponente H um eine optionale Komponente. Obwohl die erfindungsgemäß zu erzielenden Vorteile bereits durch Copolymere, welche Komponenten aus den Gruppen E bis G aufweisen, erreicht werden können, treten die erfindungsgemäß zu erzielenden Vorteile auch auf, wenn am Aufbau des erfindungsgemäß einzusetzenden Copolymere weitere Monomere aus der Gruppe H beteiligt sind.

Die Komponente H wird vorzugsweise so ausgewählt, dass sie keinen nachteiligen Effekt auf die Eigenschaften des erfindungsgemäß zu verwendenden Copolymers hat.

Die Komponente H kann u. a. deswegen eingesetzt werden, um die Eigenschaften des Copolymeren auf erwünschte Weise zu modifizieren, beispielsweise durch Steigerungen oder Verbesserungen der Fließeigenschaften, wenn das Copolymer auf die Schmelztemperatur erhitzt wird, oder zur Reduzierung einer Restfarbe im Copolymer oder durch Verwendung
 5 eines polyfunktionellen Monomeren, um auf diese Art und Weise ein gewisses Maß an Vernetzung in das Copolymer einzuführen.

Daneben kann H auch so gewählt werden, dass eine Copolymerisation von Komponenten E bis G überhaupt erst möglich oder unterstützt wird, wie im Fall von MSA und MMA, die an sich nicht copolymerisieren, jedoch bei Zusatz einer dritten Komponente wie Styrol
 10 problemlos copolymerisieren.

Zu den für diesen Zweck geeigneten Monomeren gehören u. a. Vinylester, Ester der Acrylsäure, beispielsweise Methyl- und Ethylacrylat, Ester der Methacrylsäure, die sich von Methylmethacrylat unterscheiden, beispielsweise Butylmethacrylat und Ethylhexylmethacrylat, Acrylnitril, Acrylamid, Methacrylamid, Vinylchlorid,
 15 Vinylidenchlorid, Styrol, α -Methylstyrol und die verschiedenen halogensubstituierten Styrole, Vinyl- und Isopropenylether, Diene, wie beispielsweise 1,3-Butadien und Divinylbenzol. Die Farbverminderung des Copolymeren kann beispielsweise besonders bevorzugt durch Einsatz eines elektronenreichen Monomeren, wie beispielsweise eines Vinylethers, Vinylacetat, Styrol oder α -Methylstyrol, erreicht werden.

20 Besonders bevorzugt unter den Verbindungen der Komponente H sind aromatische Vinylmonomere, wie beispielsweise Styrol oder α -Methylstyrol.

Die Herstellung der vorstehend genannten Polymere und/oder Copolymere ist dem Fachmann bestens bekannt. Einzelheiten können beispielsweise der Druckschrift WO 99/07 927 entnommen werden, auf deren Offenbarung hiermit explizit Bezug genommen wird.

25 Im Rahmen der Erfindung werden Additiv-Polymere und/oder Copolymere in Form von Perlpolymerisaten besonders bevorzugt, deren Teilchengröße in einem besonders günstigen Bereich liegt. Zweckmäßigerweise liegen die erfindungsgemäß durch beispielsweise

Einmischen in die Schmelze der Faserpolymeren zu verwendenden Additiv-Polymere und/oder Copolymere in Form von Teilchen mit einem mittleren Durchmesser von 0,1 bis 1,0 mm vor. Es sind jedoch auch größere oder kleinere Perlen oder Granulate einsetzbar. Die Additiv-Polymere und/oder Copolymere können auch bereits in Chips des Matrixpolymers
5 enthalten sein, so dass eine Zudosierung entfällt.

Weiterhin werden Additiv-Polymere und/oder Copolymere bevorzugt, die amorph und in der Polyestermatrix unlöslich sind. Vorzugsweise besitzen sie eine Glasübergangstemperatur von 90 bis 200°C, wobei die Glasübergangstemperatur in bekannter Weise, vorzugsweise durch Differential-Scanning-Calorimetrie, bestimmt wird. Weitere Details können dem Stand der
10 Technik, beispielsweise der Druckschrift WO 99/07927 entnommen werden, auf deren Offenbarung hiermit explizit verwiesen wird.

Bevorzugt wird das Additiv-Polymer und/oder Copolymer derart ausgewählt, dass das Verhältnis der Schmelzeviskositäten des Additiv-Polymers und/oder Copolymers und des Matrixpolymers 0,8:1 bis 10:1, vorzugsweise 1,5:1 bis 8:1 beträgt. Dabei wird die
15 Schmelzeviskosität in bekannter Weise mittels Oszillations-Rheometer bei einer Oszillationsfrequenz von 2,4 Hz und einer Temperatur, die gleich der Schmelztemperatur des Matrixpolymeren plus 28°C ist, gemessen. Für PTMT liegt die Messtemperatur für die Schmelzeviskosität bei 255°C. Weitere Einzelheiten können wiederum der Druckschrift
20 WO 99/07927 entnommen werden. Die Schmelzeviskosität des Additiv-Polymers und/oder Copolymers ist vorzugsweise höher als die des Matrixpolymers, und es hat sich gezeigt, dass die Wahl eines spezifischen Viskositätsbereichs für das Additiv-Polymer und/oder Copolymer und die Wahl des Viskositätsverhältnisses zur Optimierung der Eigenschaften des erzeugten Fadens beiträgt. Bei einem optimierten Viskositätsverhältnis ist eine Minimierung der Menge des Zusatzes an Additiv-Polymer und/oder Copolymer möglich, wodurch unter anderem auch
25 die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens verbessert wird. Die zu verspinnende Polymermischung enthält vorzugsweise 0,05 bis 2,5 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,25 bis 2,0 Gew.-% Additiv-Polymer und/oder Copolymer.

Durch die Wahl des günstigen Viskositätsverhältnisses erreicht man eine enge Verteilung der Teilchengrößen des Additiv-Polymers und/oder Copolymers in der Polymer-Matrix mit der

gewünschten Fibrillenstruktur des Additiv-Polymers und/oder Copolymers im Faden. Die im Vergleich zum Matrixpolymer hohe Glasübergangstemperatur des Additiv-Polymers und/oder Copolymers stellt eine schnelle Verfestigung dieser Fibrillenstruktur im Spinnfaden sicher. Die maximalen Teilchengrößen des Additiv-Polymers und/oder Copolymers liegen dabei
5 unmittelbar nach Austritt aus der Spinn Düse bei etwa 1000 nm, während die mittlere Teilchengröße 400 nm oder weniger beträgt. Nach dem Spinnverzug des Fadens erreicht man die günstige Fibrillenstruktur, bei der die Fäden mindestens 60 Gew.-% des Additiv-Polymers und/oder Copolymers in Form von Fibrillen mit Längen im Bereich von 0,5 bis 20 µm und Durchmessern im Bereich von 0,01 bis 0,5 µm enthalten.

10 Die im Sinne der Erfindung einsetzbaren Polyester sind vorzugsweise thermoplastisch formbar und können zu Filamenten gesponnen und aufspult werden. Dabei sind solche Polyester besonders vorteilhaft, die eine Grenzviskositätszahl im Bereich von 0,70 dl/g bis 0,95 dl/g aufweisen.

Eine Polymerschmelze kann beispielsweise direkt aus dem Endreaktor einer
15 Polykondensationsanlage entnommen werden oder aus festen Polymerchips in einem Aufschmelzextruder hergestellt werden,

Das Spinnadditiv kann in bekannter Weise unter anderem in schmelzflüssiger oder fester Form dem Matrixpolymer zudosiert, in diesem homogen verteilt und zu feinen Teilchen dispergiert werden. Vorteilhafterweise kann eine Vorrichtung gemäß DE 100 22 889
20 verwendet werden.

Das Verfahren der vorliegenden Erfindung ist nicht auf bestimmte Spinnverfahren beschränkt; im Gegenteil, es können alle aus dem Stand der Technik bekannten, konventionellen Spinnverfahren verwendet werden. Daher wird, obwohl im folgenden ein ganz besonders bevorzugter Spinnprozess beschrieben wird, auf das allgemeine Fachwissen, insbesondere auf
25 die Offenbarung von Buch „*Synthetische Fasern*“ von F. Fourné (1995), erschienen im Hanser-Verlag München, verwiesen.

Im Rahmen einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Schmelze bzw. Schmelzemischung des Polyesters mittels Spinnpumpen bei konstanter Drehzahl, wobei die Drehzahl nach bekannter Rechenformel so eingestellt wird, dass der gewünschte Fadentiter erhalten wird, in Düsenpakete gepresst und durch die
 5 Düsenlöcher der Düsenplatte des Paketes zu schmelzflüssigen Filamenten extrudiert.

Die Schmelze kann beispielsweise in einem Extruder aus Polymerchips hergestellt werden, wobei es besonders günstig ist, die Chips vorher auf einen Wassergehalt ≤ 30 ppm, insbesondere auf einen Wassergehalt ≤ 15 ppm zu trocknen.

Die Temperatur der Schmelze, die gemeinhin als Spinntemperatur bezeichnet und vor der
 10 Spinnpumpe gemessen wird, hängt vom Schmelzpunkt des eingesetzten Polymers bzw. der eingesetzten Polymermischung ab. Sie liegt vorzugsweise in dem durch Formel 1 gegebenen Bereich:

Formel 1:

$$T_m + 15^{\circ}\text{C} \leq T_{sp} \leq T_m + 45^{\circ}\text{C}$$

15 mit

T_m : Schmelzpunkt des Polyesters [$^{\circ}\text{C}$]

T_{sp} : Spinntemperatur [$^{\circ}\text{C}$].

Die spezifizierten Parameter dienen der Beschränkung des hydrolytischen und/oder thermischen Viskositätsabbaus, der zweckmäßigerweise möglichst gering sein sollte. Im
 20 Rahmen der vorliegenden Erfindung ist ein Viskositätsabbau um weniger als 0,12 dl/g, insbesondere um weniger als 0,08 dl/g, erstrebenswert.

Die Homogenität der Schmelze hat einen direkten Einfluss auf die Materialeigenschaften der gesponnenen Filamente. Vorzugsweise verwendet man daher außer statischen Mischern in der Produktleitung einen weiteren statischen Mischer mit mindestens einem Element, der nach der
 25 Spinnpumpe installiert ist, zur Homogenisierung der Schmelze.

Die von der Spinntemperatur abhängige Temperatur der Düsenplatte wird durch deren sogenannte Begleitheizung geregelt. Als Begleitheizung kommen beispielsweise ein mit

"Diphyl" beheizter Spinnbalken oder zusätzliche Konvektions- oder Strahlungsheizer in Frage. Üblicherweise liegt die Temperatur der Düsenplatten auf dem Niveau der Spinnntemperatur.

Eine Temperaturerhöhung an der Düsenplatte kann durch das Druckgefälle im Düsenpaket erreicht werden. Bekannte Ableitungen, wie beispielsweise K. Riggert "Fortschritte in der Herstellung von Polyester-Reifenkordgarn" Chemiefasern 21, Seite 379 (1971), beschreiben eine Temperaturerhöhung von etwa 4°C pro 100 bar Druckabfall.

Weiterhin ist es möglich, den Düsendruck durch den Einsatz loser Filtermedien, insbesondere von Stahlsand mit einer mittleren Körnung zwischen 0,10 mm und 1,2 mm, vorzugsweise zwischen 0,12 mm und 0,75 mm und/oder Filterronden, die aus Metallgeweben oder -vliesen mit einer Feinheit $\leq 40 \mu\text{m}$ hergestellt werden können, zu steuern.

Darüber hinaus trägt der Druckabfall im Düsenloch zum Gesamtdruck bei. Der Düsendruck wird vorzugsweise zwischen 80 bar und 450 bar, insbesondere zwischen 100 bar und 250 bar eingestellt.

Der Spinnverzug i_{sp} , d. h. der Quotient aus Abzugsgeschwindigkeit und Spritzgeschwindigkeit, wird gemäß US 5,250,245 über Formel 2 mit der Dichte des Polymers bzw. der Polymermischung, dem Düsenlochdurchmesser und dem Titer des Einzelfilaments berechnet:

Formel 2:

$$i_{sp} = 2,25 \cdot 10^5 \cdot (\delta \cdot \pi) \cdot D^2 (\text{cm}) / \text{dpf} (\text{den})$$

mit

δ : Dichte der Schmelze [g/cm^3]; für PTMT = 1,12 g/cm^3

D: Düsenlochdurchmesser [cm]

dpf: Titer des Einzelfilamentes [den]

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegt der Spinnverzug vorteilhafterweise zwischen 70 und 500, insbesondere zwischen 100 und 250.

Das Längen-/Durchmesser Verhältnis des Düsenlochs wird vorzugsweise zwischen 1,5 und 6 gewählt, insbesondere zwischen 1,5 und 4.

Die extrudierten Filamente durchlaufen eine Abkühlungsverzögerungszone. Direkt unterhalb des Düsenpaketes ist diese als Rücksprungzone ausgebildet, in der die aus den Düsenlöchern austretenden Filamente vor der direkten Einwirkung des Kühlgases bewahrt werden und in Verzug bzw. Abkühlung verzögert werden. Ein aktiver Teil des Rücksprungs ist als Versatz des Düsenpaketes in den Spinnbalken hinein ausgeführt, so dass die Filamente von beheizten Wandungen umgeben sind. Ein passiver Teil wird durch Isolierungsschichten und unbeheizte Rahmen gebildet. Die Längen des aktiven Rücksprungs liegen zweckmäßigerweise zwischen 0 bis 100 mm, die des passiven Teils zweckmäßigerweise zwischen 20 bis 120 mm, wobei vorzugsweise eine Gesamtlänge von 30 – 200 mm, insbesondere von 30 - 120 mm, eingehalten wird.

Alternativ zu dem aktiven Rücksprung kann unterhalb des Spinnbalkens ein Nacherhitzer angebracht sein. Im Unterschied zum aktiven Rücksprung weist dann diese Zone mit zylindrischem oder rechteckigem Querschnitt mindestens eine vom Spinnbalken unabhängige Beheizung auf.

Bei radialen, den Faden konzentrisch umgebenden porösen Abkühlssystemen, kann die Abkühlungsverzögerung mit Hilfe zylinderförmiger Abdeckungen erreicht werden.

Anschließend werden die Filamente auf Temperaturen unterhalb ihrer Erstarrungstemperatur abgekühlt. Erfindungsgemäß bezeichnet die Erstarrungstemperatur die Temperatur, bei der die Schmelze in den festen Aggregatzustand übergeht.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung hat es sich als besonders zweckmäßig erwiesen, die Filamente bis zu einer Temperatur abzukühlen, bei der sie im wesentlichen nicht mehr klebrig sind. Besonders vorteilhaft ist eine Abkühlung der Filamente auf Temperaturen unterhalb ihrer Kristallisationstemperatur, insbesondere auf Temperaturen, die unterhalb ihrer Glastemperatur liegen.

Mittel zur Abkühlung der Filamente sind dem Fachmann aus dem Stand der Technik bekannt. Erfindungsgemäß besonders bewährt hat sich die Verwendung von Kühlgasen, insbesondere von gekühlter Luft. Die Kühlluft weist vorzugsweise eine Temperatur von 12°C bis 35°C, insbesondere 16°C bis 26°C auf. Die Geschwindigkeit der Kühlluft liegt vorteilhafterweise im Bereich von 0,20 m/sec bis 0,55 m/sec.

Zur Abkühlung der Filamente können beispielsweise Einzelfadensysteme verwendet werden, die aus einzelnen Kühlrohren mit perforierter Wandung bestehen. Durch aktive Kühlluftzufuhr oder auch durch Ausnutzung des Selbstansaugungseffekts von den Filamenten wird eine Abkühlung jedes einzelnen Filaments erzielt. Alternativ zu den Einzelrohren sind auch die bekannten Querstromanblasungssysteme einsetzbar.

Eine besondere Ausgestaltung des Abkühlungs- und Verzugsbereiches besteht darin, die aus der Verzögerungszone austretenden Filamente in einer Zone der Länge im Bereich von 10 bis 175 cm, vorzugsweise in einer Zone der Länge im Bereich von 10 - 80 cm Kühlluft zuzuführen. Dabei ist für Filamente mit einem Titer beim Aufspulen $\leq 1,5$ dtex per Filament eine Zonenlänge im Bereich von 10 - 40 cm und für Filamente mit einem Titer zwischen 1,5 und 9,0 dtex per Filament eine Zonenlänge im Bereich von 20 - 80 cm besonders geeignet. Daran anschließend werden die Filamente und die sie begleitende Luft durch einen querschnittsreduzierten Kanal gemeinsam geleitet, wobei durch die Kontrolle der Querschnittsverjüngung und der Dimensionierung in Fadenaufrichtung ein Verhältnis der Luft- zur Fadengeschwindigkeit beim Abziehen von 0,2 bis 20 : 1, vorzugsweise 0,4 bis 5 : 1, eingestellt wird.

Nach der Abkühlung der Filamente auf Temperaturen unterhalb der Erstarrungstemperatur werden sie zu einem Faden gebündelt. Der erfindungsgemäß geeignete Abstand der Bündelung von der Düsenunterseite kann durch dem Fachmann bekannte Methoden zur Online-Messung der Fadengeschwindigkeit und/oder Fadentemperatur, beispielsweise mit einem Laser-Doppler-Anemometer der Firma TSI/D oder einer Infrarot-Kamera des Herstellers Goratec/D Typ IRRIS 160, ermittelt werden. Er beträgt vorteilhafterweise 500 bis 2500 mm, insbesondere 500 bis 1800 mm. Dabei werden Filamente mit einem Titer $\leq 3,5$ dtex

vorzugsweise bei einem kleineren Abstand ≤ 1500 mm, dickere Filamente vorzugsweise bei einem größeren Abstand gebündelt.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es zweckmäßig, dass vorzugsweise alle Oberflächen, die mit dem gesponnenen Filament in Kontakt kommen, aus besonders reibungsarmen Materialien gefertigt sind. Auf diese Art und Weise kann eine Flusenbildung weitgehend vermieden werden, es werden hochwertigere Filamente erhalten. Als für diesen Zweck besonders geeignet haben sich reibungsarme Oberflächen der Spezifikation "TriboFil" von der Firma Ceramtec/D erwiesen.

Die Bündelung der Filamente erfolgt in einem Ölerstein, der dem Multifilament-Faden die gewünschte Menge an Spinnpräparation gleichmäßig zuführt. Ein besonders geeigneter Ölerstein ist gekennzeichnet durch einen Einlaufteil, den Fadenkanal mit Öleintrittsöffnung und den Auslaufteil. Der Einlaufteil ist trichterförmig erweitert, so dass eine Berührung durch die noch trockenen Filamente vermieden wird. Der Auftreffpunkt der Filamente erfolgt innerhalb des Fadenkanals nach dem Zufluss der Präparation. Fadenkanal und Öleintrittsöffnung werden in der Breite dem Fadentiter und der Filamentanzahl angepasst. Besonders gut bewährt haben sich Öffnungen und Breiten im Bereich von 1,0 mm bis 4,0 mm. Der Auslaufteil des Ölers ist als Vergleichmäßigungsstrecke ausgebildet, die vorzugsweise Ölreservoir aufweist. Derartige Öler können beispielsweise von der Firma Ceramtec/D oder Goulston/USA bezogen werden.

Die Gleichmäßigkeit des Ölauftrags kann erfindungsgemäß von großer Bedeutung sein. Sie kann beispielsweise mit einem Rossa-Messgerät gemäß der in Chemiefasern/Textilindustrie, 42./94, Nov. 1992 auf Seite 896 beschriebenen Methode bestimmt werden. Vorzugsweise werden bei einer derartigen Vorgehensweise Werte für die Standardabweichung des Ölauftrags von weniger als 90 Digits, insbesondere von weniger als 60 Digits erhalten. Erfindungsgemäß besonders bevorzugt werden Werte für die Standardabweichung des Ölauftrags von weniger als 45 Digits, insbesondere von weniger als 30 Digits. Dabei entspricht ein Wert für die Standardabweichung von 90 Digits bzw. 45 Digits ungefähr 6,2% bzw. 3,1 % des Variationskoeffizienten.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, Leitungen und Pumpen zur Vermeidung von Gasblasen selbstentgasend auszulegen, da diese zu einer erheblichen Ölauftragsschwankung führen können.

Erfindungsgemäß besonders bevorzugt ist ein Entangling vor dem Aufspulen des Fadens.

- 5 Dabei haben sich Düsen mit geschlossenen Garnkanälen als besonders geeignet erwiesen, da in solchen Systemen Verhakungen des Fadens im Einlegeschlitz auch bei niedriger Fadenspannung und hohem Luftdruck vermieden werden. Die Entanglingdüsen werden vorzugsweise zwischen Galetten angeordnet, wobei die Austrittsfadenspannung mittels unterschiedlicher Geschwindigkeit der Einlauf- und Auslauf-Galette geregelt wird. Sie sollte
10 0,20 cN/dtex nicht überschreiten und vorrangig Werte zwischen 0,05 cN/dtex und 0,15 cN/dtex aufweisen. Der Luftdruck der Entanglingluft liegt dabei zwischen 0,5 und 5,5 bar, bei Aufspulgeschwindigkeiten bis 3500 m/min bei maximal 3,0 bar.

- Vorzugsweise werden Knotenzahlen von mindestens 10 n/m eingestellt. Dabei sind maximale Öffnungslängen kleiner 100 cm und Werte für den Variationskoeffizienten der Knotenzahl
15 unterhalb von 100 % von besonderem Interesse. Vorteilhafterweise werden bei Anwendung von Luftdrücken über 1,0 bar Knotenzahlen ≥ 15 n/m erreicht, die durch eine hohe Gleichmäßigkeit gekennzeichnet sind, wobei der Variationskoeffizient kleiner gleich 70 % ist und die maximale Öffnungslänge 50 cm beträgt. In der Praxis haben sich Systeme vom Typ LD der Firma Temco/D, das Doppelsystem der Firma Slack & Parr/ USA, oder Düsen des
20 Typs Polyjet der Firma Heberlein als besonders geeignet erwiesen.

Die Umfangsgeschwindigkeit der ersten Galetteneinheit wird als Abzugsgeschwindigkeit bezeichnet. Weitere Galettensysteme können angewendet werden, bevor der Faden im Wickleraggregat zu Wickelkörpern (Spulen) auf Hülsen aufgewickelt wird, um die Multifilament-Fäden zu verstrecken, thermozufixieren und/oder zu relaxieren.

- 25 Im Rahmen einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Multifilament-Garne vor ihrem Aufspulen vorzugsweise bei einer Temperatur im Bereich von 50 bis 150°C wärmebehandelt, wobei die Wärmebehandlung durch jedes bekannte Verfahren bewirkt werden kann. Dabei hat es sich als ganz besonders günstig

erwiesen, die Polyester-Multifilament-Garne unter Verwendung von beheizten Galetten wärmezubehandeln. Für diesen Zweck geeignete Galetten umfassen solche, die in dem Buch „*Synthetische Fasern*“ von F. Fourné (1995), erschienen im Hanser-Verlag München, allgemein beschrieben werden.

- 5 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Polyester-Multifilament-Garne unter Verwendung von erwärmten Gasen, insbesondere unter Verwendung von erwärmter Luft wärmebehandelt.

Gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Multifilament-Garne unter Verwendung von Strahlungswärme wärmebehandelt.

- 10 Die Wärmebehandlung der Multifilament-Garne kann auch dadurch erreicht werden, dass man den Faden in enger Nachbarschaft jedoch im wesentlichen ohne Berührung entlang einer langgestreckten Heizoberfläche führt, wobei eine geeignete Ausführungsform dieses Verfahrens beispielsweise in der Druckschrift EP 731,196 beschrieben wird.

Stabile, fehlerfreie Fadenwickelkörper sind eine Grundvoraussetzung für fehlerfreies

- 15 Abziehen des Fadens und für eine möglichst fehlerfreie Weiterverarbeitung. Zu diesem Zweck hat es sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung als ganz besonders vorteilhaft erwiesen, eine Aufspulspannung im Bereich von 0,025 cN/dtex – 0,15 cN/dtex, vorzugsweise im Bereich von 0,03 cN/dtex – 0,08 cN/dtex zu verwenden.

Ein weiterer wichtiger Parameter des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Einstellung der

- 20 Fadenspannung vor und zwischen den Abzugsgaletten. Bekannterweise setzt sich diese Spannung im wesentlichen aus der eigentlichen Orientierungsspannung nach Hamana, der Reibungsspannung an den Fadenführern und dem Öler und der Faden-Luft-Reibungsspannung zusammen. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegt die Fadenspannung vor und zwischen den Abzugsgaletten zweckmäßigerweise im Bereich von 0,05 cN/dtex bis 0,20
25 cN/dtex, insbesondere zwischen 0,08 cN/dtex und 0,15 cN/dtex.

Eine zu niedrige Spannung unterhalb von 0,05 cN/dtex ergibt meist nicht mehr den gewünschten Vororientierungsgrad. Überschreitet die Spannung 0,20 cN/dtex, so löst diese Spannung beim Aufspulen und Lagern der Spulen häufig einen Memoryeffekt aus, der zur Verschlechterung der Fadenkenndaten führt.

- 5 Erfindungsgemäß wird die Spannung durch den Ölerabstand von der Düse, die Reibungsflächen und die Länge der Strecke zwischen Öler und Abzugsgalette geregelt. Diese Streckenlänge beträgt vorteilhafterweise nicht mehr als 6,0 m, vorzugsweise weniger als 2,0 m, wobei die Spinnerei und die Abzugsmaschine durch Parallelbauweise derart angeordnet sind, dass ein gerader Fadenlauf gewährleistet ist.
- 10 Durch die geometrischen Parameter wird auch die Konditionierzeit des Fadens zwischen Bündelungspunkt und Aufspulung beschrieben. Die schnell ablaufende Relaxation während dieser Zeit beeinflusst die Güte des Spulenaufbaus. Vorzugsweise wird die derart definierte Konditionierzeit zwischen 50 und 200 ms gewählt.

- Die Aufspulgeschwindigkeit des POYs liegt erfindungsgemäß vorzugsweise zwischen 2200
- 15 m/min und 6000 m/min. Günstigerweise wird eine Geschwindigkeit zwischen 2500 m/min und 6000 m/min gewählt. Besonders bevorzugt werden die Polymermischungen bei Geschwindigkeiten im Bereich von 3500 m/min bis 6000 m/min aufgespult.

- Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird das Fadenwickelpaket des Polyester-Multifilament-Garns bei einer Temperatur im Bereich von $> 45^{\circ}\text{C}$ bis 65°C wärmebehandelt.
- 20 Dabei kann die Dauer der Wärmebehandlung beliebig gewählt werden; sie ist jedoch naturgemäß deutlich länger als die bei den bekannten Filamentbehandlungsmethoden z. B. mittels Galetten oder Heizschienen. Erfindungsgemäß hat es sich als ganz besonders günstig erwiesen, die Fadenwickelpakete mindestens 5 Minuten, vorzugsweise mindestens 10 Minuten, zweckmäßigerweise mindestens 20 Minuten, insbesondere mindestens 30 Minuten,
 - 25 im vorstehend genannten Temperaturbereich wärmezubehandeln, wobei die entsprechenden Zeiten derart zu verstehen sind, dass sie vom Beginn des Aufspulvorganges an gemessen werden.

Die Wärmebehandlung kann auf jede bekannte Art und Weise durchgeführt werden.

Geeignete Verfahren umfassen u. a. solche, bei welchen das Prinzip der Wärmebehandlung auf Wärmeleitung, Wärmeströmung (Wärmekonvektion) und/oder Wärmestrahlung beruht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das

- 5 Fadenwickelpaket unter Verwendung von beheizten Walzen oder Rollen wärmebehandelt, vorzugsweise unter Verwendung von mindestens einer Kontaktrolle, die gleichzeitig die Aufspulgeschwindigkeit misst und steuert. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das Fadenwickelpaket unter Verwendung von Strahlungswärme wärmebehandelt.

- 10 Gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das Fadenwickelpaket unter Verwendung von erwärmten Gasen wärmebehandelt. Geeignete Gase umfassen u. a. Luft und Inertgase, wie beispielsweise Stickstoff, Helium und/oder Argon. Die Verwendung von erwärmter Luft hat sich in diesem Zusammenhang als ganz besonders günstig erwiesen. Die Temperatur der erwärmten Gase wird vorzugsweise derart angepasst,
- 15 dass gewährleistet ist, dass die Temperatur innerhalb des Gehäuses im Bereich von $>45^{\circ}\text{C}$ bis 65°C liegt. Daher ist die Temperatur der erwärmten Gase vorzugsweise im Bereich von $>45^{\circ}\text{C}$ bis 65°C . Die relative Feuchtigkeit der Gase liegt vorzugsweise im Bereich von 40 bis 90%. Die Strömungsrate der Gase am Gaseinlass ist vorzugsweise im Bereich von 5 bis $100\text{ m}^3/\text{h}$.

- 20 Die Wärmebehandlung der Fadenwickelpakete wird vorzugsweise unter Verwendung einer Vorrichtung zum Aufspulen von einem oder mehreren Multifilament-Garnen umfassend ein Gehäuse und eine rotierbare Spindel durchgeführt, auf welcher Hülsen derart befestigt werden können, dass die Hülsen innerhalb des Gehäuses eingehaust sind. Dabei erfolgt die Wärmebehandlung zweckmäßigerweise innerhalb des Gehäuses, vorzugsweise durch Erwärmen des Fadenwickelpaketes durch Wärmeleitung, Wärmeströmung und/oder
- 25 Wärmestrahlung.

In diesem Zusammenhang ist die rotierbare Spindel Teil eines Wicklers. Die mindestens eine Hülse wird auf dem Spannfutter der rotierbaren Spindel aufgespannt und das mindestens eine Multifilament-Garn wird auf der mindestens einen Hülse aufgespult, um mindestens ein

Fadenwickelpaket zu bilden. Nach dem Aufspulen kann die mindestens eine Hülse, die das Fadenwickelpaket trägt, von dem Spannfutter abgenommen werden.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann jeder aus dem Stand der Technik bekannte Wicklertyp eingesetzt werden, solange die erfindungsgemäßen Ziele erreicht werden. Für weitere Details wird daher auf die Fachliteratur, insbesondere auf das Buch „Synthetische Fasern“ von F. Fourné (1995), veröffentlicht vom Hanser-Verlag, München verwiesen. Wie bei den konventionellen, im Stand der Technik bekannten Wicklern ist es auch im Rahmen der vorliegenden Erfindung möglich, ein oder mehrere, insbesondere 1 bis 12, Multifilament-Garne gleichzeitig auf einer Spindel aufzuspulen. Dabei wird das gleichzeitige Aufspulen möglichst vieler Multifilament-Garne erfindungsgemäß besonders bevorzugt, um die Effizienz des Spinnprozesses zu verbessern.

Das Gehäuse der Vorrichtung zum Aufspulen von einem oder mehreren Multifilament-Garnen kann aus jedem bekannten Material hergestellt sein. Jedoch hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass das Gehäuse aus einem wärmeisolierenden Material, welches vorzugsweise auch schallisierend ist, hergestellt ist. Geeignete Materialien umfassen u.a. Kunststoffe, insbesondere Kunststoffe mit einer Glasübergangstemperatur $> 65^{\circ}\text{C}$, Metalle, wie beispielsweise Edelstahl und Metalllegierungen. Das wärmeisolierende Material kann eine einschichtige oder eine mehrschichtige Struktur aufweisend zwei, drei oder mehrere Schichten, besitzen. Vorzugsweise weist das wärmeisolierende Material einen thermischen Leitkoeffizienten $< 10 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$, zweckmäßigerweise $< 1 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$, insbesondere $< 0,5 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$, und am meisten bevorzugt $< 0,1 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$ auf. Besonders vorteilhafte Ergebnisse werden erzielt, wenn das wärme- und vorzugsweise schallisierende Material dreischichtig ist, wobei die mittlere Schicht aus einem isolierenden Material mit einem thermischen Leitkoeffizienten $< 0,1 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$ besteht und die äußeren Schichten vorzugsweise ein Metall oder eine Metalllegierung umfassen, zweckmäßigerweise aus einem Metall oder einer Metalllegierung bestehen.

Die Größe des Gehäuses ist vorzugsweise derart dimensioniert, dass der Wickler entweder komplett oder zumindest das Spannfutter mit dem maximalen Durchmesser der Hülse inkl. dem Fadenwickelpaket eingehaust wird. Es hat sich auch als vorteilhaft erwiesen, dass ggf.

zusätzliche Aufspulerausüstung, umfassend vorzugsweise eine Kontaktrolle zum Steuern der Aufspulgeschwindigkeit und vorzugsweise eine Changiervorrichtung, ebenfalls eingehaust wird. Dabei erlaubt diese Mindestgröße des Gehäuses einen fehlerfreien Aufspulprozess eines hochqualitativen Garns.

- 5 Andererseits ist es ebenfalls vorteilhaft, die Größe des Gehäuses zu minimieren, um Standardarbeitsbedingungen außerhalb des Gehäuses in dem Aufspulraum zu ermöglichen und die Kosten, die bei der Erwärmung des Inneren des Gehäuses entstehen, zu minimieren. Dabei sollte das Gehäuse vorzugsweise die Einführung von Multifilament-Garnen auf einfache Art und Weise, das leichte Abnehmen der Fadenwickelpakete sowie die Herstellung von Fadenwickelpaketen mit hohem Gewicht, vorzugsweise größer 2 kg, insbesondere größer 4 kg, ermöglichen.

- Im Rahmen einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfolgt die Wärmebehandlung des Fadenwickelpaketes mittels mindestens einem erwärmten Gas innerhalb des Gehäuses, wobei das Gas (oder die Gase) vorzugsweise durch einen Einlass
15 in das Gehäuse geleitet und vorzugsweise durch einen Auslass aus dem Gehäuse entfernt wird. Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass der Einlass und der Auslass derart miteinander verbunden sind, dass das Gas in einem Kreislauf, welcher den Einlass und den Auslass umfasst, zirkuliert werden kann. Das Gas wird aus Sicht der Bewegungsrichtung des Garnes zweckmäßigerweise hinter der Hülse zugeführt und vor der Hülse entfernt. Obwohl
20 das Gas auch innerhalb des Gehäuses erwärmt werden kann, wird es vorzugsweise außerhalb des Gehäuses erwärmt, um eine konstante und gleichmäßige Temperaturverteilung innerhalb des Gehäuses zu gewährleisten.

- Im Rahmen dieser Ausführungsform ist es besonders günstig, die Temperatur innerhalb des Gehäuses mittels mindestens einem Temperaturfühler zu messen und die Temperatur des
25 Gases durch geeignetes Heizen, vorzugsweise außerhalb des Gehäuses, derart anzupassen, dass die Temperatur innerhalb des Gehäuses in den Bereich von $> 45^{\circ}\text{C}$ bis 65°C fällt. Dabei sind der Temperaturfühler und ein Heizelement zum Erwärmen des Gases vorzugsweise derart miteinander verbunden, dass die Temperatur des Gases innerhalb eines vorbestimmten Bereiches, vorzugsweise in einem Bereich von $> 45^{\circ}\text{C}$ bis 65°C gesteuert werden kann.

Zweckmäßigerweise wird die Temperatur innerhalb des Gehäuses gemessen, mit dem vorbestimmten Wert verglichen und in Abhängigkeit von der Temperaturabweichung die Temperatur des erwärmten Gases in geeigneter Weise angepasst (erhöht, erniedrigt oder beibehalten), so dass die Temperatur innerhalb des Gehäuses in den gewünschten Bereich fällt.

Weiterhin ist es günstig, die Temperatur innerhalb des Gehäuses an mindestens zwei Stellen, aus Sicht der Bewegungsrichtung des Garnes vorzugsweise vor und hinter der Hülse, zu messen, um zu überprüfen und zu gewährleisten, dass die Temperatur innerhalb des Gehäuses konstant ist. Das Auftreten eines Temperaturgradienten sollte durch geeignete Anpassung der Gastemperatur und/oder seiner Strömungsgeschwindigkeit vermieden werden.

Zum Einführen der Multifilament-Garne vor dem Beginn des Aufspulens weist das Gehäuse vorzugsweise eine Öffnung auf, wobei eine Öffnung in Form eines Schlitzes besonders bevorzugt wird. Der Schlitz ist vorzugsweise derart angeordnet, dass die Multifilament-Garne aus Sicht der Bewegungsrichtung der Garne transversal eingeführt werden können.

Vorteilhafterweise wird der Schlitz während dem Aufspulen durch geeignete Mittel teilweise abgedeckt, um das Innere des Gehäuses von seiner Umgebung zu isolieren, so dass ein möglicher Temperaturgradient innerhalb des Gehäuses bestmöglichst vermieden wird. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besitzt die Abdeckung die Form einer an der Außenseite des Gehäuses befestigten Klappe, die den Schlitz während des Spinn- und Aufspulprozesses teilweise abdecken kann und die zum Einführen der Multifilament-Garne geöffnet werden kann. Dabei weist die Klappe vorzugsweise eine oder mehrer Aussparungen auf, durch welche die Multifilament-Garne in das Gehäuse gelangen können, wenn die Klappe geschlossen ist. Dabei wird die Position und die Größe der einen oder mehreren Aussparungen in geeigneter Weise abhängig von der Changierlänge des Fadenwickelpakets gewählt.

Die gemäß dieser Ausführungsform einsetzbare Vorrichtung zum Aufspulen umfasst vorzugsweise eine Changiervorrichtung, um die spezifische Gestalt des Fadenwickelpaketes zu steuern. Dabei ist die vorliegende Erfindung nicht auf die Verwendung von speziellen

Changiervorrichtungen beschränkt, im Gegenteil jede bekannte Changiervorrichtung kann eingesetzt werden, solange die Ziele der vorliegenden Erfindung erreicht werden.

Im Rahmen dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unterliegt die Position der Changiervorrichtung keinen Beschränkungen, beispielsweise kann sie außerhalb des Gehäuses, vorzugsweise direkt oberhalb der Öffnung zum Einführen der Multifilament-Garne in das Gehäuse, angeordnet sein, wobei die Öffnung vorzugsweise die Form eines Schlitzes hat, der durch eine Klappe, umfassend eine oder mehrere Aussparungen, abgedeckt werden kann. Dabei verläuft der Schlitz vorzugsweise parallel zu der Hülse. Die Länge der Aussparungsschlitzes wird in geeigneter Weise in Abhängigkeit von der Changierlänge gewählt.

Dennoch ist die Changiervorrichtung vorzugsweise innerhalb des Gehäuses, aus Sicht der Bewegungsrichtung des Garnes zweckmäßigerweise vor der Hülse, auf welcher das Multifilament aufgespult wird, angeordnet. Auf diese Weise ist es möglich, die Größe der Öffnung zu minimieren, so dass das Auftreten eines Temperaturgradienten innerhalb des Gehäuses bestmöglich unterdrückt wird. Auch in diesem Fall besitzt die Öffnung vorzugsweise die Form eines Schlitzes, der durch eine Klappe, umfassend eine oder mehrere Aussparungen, abgedeckt werden kann, wobei der Schlitz vorzugsweise parallel zur Hülse verläuft.

Um das Fadenwickelpaket von der Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung abzunehmen, kann diese in geeigneter Weise geöffnet werden, wobei es besonders vorteilhaft ist, dass diese Öffnung in Form einer verschließbaren Öffnung bereitgestellt wird, die während des Spinnens und Aufspulens verschlossen werden kann, um eine konstante Temperatur innerhalb des Gehäuses zu gewährleisten. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der verschließbaren Öffnung ist eine Tür, die geöffnet werden kann, um die Multifilament-Garne einzuführen oder das resultierende Fadenwickelpaket abzunehmen und die während des Spinnens und Aufspulens verschlossen werden kann. Dabei ist die verschließbare Öffnung vorzugsweise an der Stirnseite des Gehäuses angeordnet. Eine kurzzeitige Öffnung der Tür zur Abnahme der Wickelpakete bei automatischem Wechsel des in Aufspulposition befindlichen Dorns hat sich als unkritisch erwiesen.

In Fig. 1 wird eine besonders geeignete Ausführungsform der Vorrichtung schematisch dargestellt. Die Vorrichtung 2 zum Aufspulen umfasst ein Gehäuse 4. In der dargestellten Ausführungsform hat das Gehäuse 4 die Form eines Gehäuses mit einer unteren Wand 6, einer oberen Wand 8, zwei Seitenwänden 10, 12, eine vordere Wand 14 und eine Rückwand 16, wobei die obere Wand 8 in Richtung der ankommenden Multifilament-Garne zeigt. Die vordere Wand 14 hat die Funktion einer Tür, d.h. das Gehäuse 4 kann durch die vordere Wand 14 geöffnet oder geschlossen werden. An der Rückwand 16 wird außerhalb des Gehäuses 4 eine Antriebseinheit 18 bereitgestellt.

Die obere Wand 8 weist eine Öffnung 20 mit der Form eines Schlitzes auf, welcher sich von der vorderen Wand 14 in Richtung der Rückwand 16 ausdehnt und welcher parallel zu den Seitenwänden 10, 12 verläuft. Dabei wird die Öffnung 20 durch eine Klappe 22 teilweise verdeckt, die Aussparung 24 umfasst, die den Multifilament-Garnen 26 die Möglichkeit bieten, in das Gehäuse 4 durch die Öffnung 20 zu gelangen. Da sich die Öffnung 20 bis zur vorderen Wand 14 erstreckt, können Multifilament-Garne 26 von der Seite des Gehäuses 4 eingeführt werden, wenn die vordere Wand 14 und die Klappe 22 geöffnet sind.

In der Bewegungsrichtung des Multifilament-Garnes 26, die durch den Pfeil A in Fig. 1 dargestellt wird, ist hinter der Öffnung 20 eine Changiereinheit 28 innerhalb des Gehäuses 4 angeordnet. Die Changiereinheit 28 ist verbunden mit und wird angetrieben durch die Antriebseinheit 18 auf der Rückwand 16. Aus Sicht der Bewegungsrichtung A der Multifilament-Garne 26 sind beispielhaft vier Hülsen 30 auf dem Spannfutter einer rotierbaren Spindel aufgespannt, die hinter der Changiereinheit 28 innerhalb des Gehäuses 4 angeordnet ist. Die Spindel ist mit der Antriebseinheit 18 derart verbunden, dass die Spindel und die Hülsen 30, die auf der Spindel aufgespannt sind, entlang ihrer Achse während des Betriebs der Antriebseinheit 18 rotiert werden können.

Innerhalb des Gehäuses 4 sind zwei Temperaturfühler 32 angeordnet, um die Temperatur innerhalb des Gehäuses zu messen und den Wärmefluss zu steuern, wobei aus Sicht der Bewegungsrichtung A der Multifilament-Garne 26 der eine Sensor 32 hinter der Hülse 30 und der andere Sensor vor der Hülse 30 angeordnet ist.

Das Gehäuse 4 umfasst weiterhin einen Auslass 34, welcher in der oberen Wand 8 angeordnet ist, und einen Einlass 36, welcher in der Rückwand 16 angeordnet ist. D.h. aus Sicht der Bewegungsrichtung A der Multifilament-Garne 26 ist der Auslass 34 vor der Hülse 30 und der Einlass 36 hinter der Hülse 30 angeordnet. Der Auslass 34 kann ggf. mit einer Heiz- und Gebläseeinheit 38 über einen Kreislauf 40, der durch eine gestrichelte Linie in Fig. 1 dargestellt wird, verbunden sein, um das erwärmte Gas zu zirkulieren und die Verfahrenskosten zu minimieren. Der Einlass 36 ist mit der Heiz- und Gebläseeinheit 38 über den Kreislauf 42 verbunden. Die Heiz- und Gebläseeinheit 38 erwärmt das Gas, beispielsweise Luft, und bläst das Gas in die Richtung, die durch den Pfeil B in Fig. 1 angedeutet wird, so dass das Gas durch das Gehäuse 4 zirkuliert wird. Die Temperatur in dem Bereich, in welchem die Hülse angeordnet ist, kann durch Steuerung der Einstellparameter der Heiz- und Gebläseeinheit 38 anhand der Werte, die durch die Sensoren 32 gemessen werden, gesteuert werden.

Im Folgenden wird der Betrieb der zuvor beschriebenen Vorrichtung 2 beschrieben. Zunächst müssen die Multifilament-Garne 26, vorzugsweise mittels einer pneumatischen Fadenansaugpistole, auf den Hülsen fixiert werden, die auf dem Spannfutter 30 aufgespannt sind. Aus diesem Grund müssen die vordere Wand 14 und die Klappe 22 geöffnet werden, so dass die Multifilament-Garne 26 in die schlitzartige Öffnung 20 eingeführt werden können. Nach dem Einführen der Multifilament-Garne 26 in die Öffnung 20 und dem Starten des von der Wicklersteuerung auszuführenden Fadenanlegevorganges können die vordere Wand 14 und die Klappe 22 wieder geschlossen werden, so dass jedes Multifilament-Garn durch seine separate Aussparung 24 der Klappe läuft. Die auf die Hülsen 30 auflaufenden Garne bilden unter der Wirkung der Fadenchangierung die Fadenwickelpakete 44. Während des Aufspulens der Multifilament-Garne 26 wird ein erwärmtes Gas in das Gehäuse 4 durch den Einlass 36 geleitet, um das Gehäuse und die Fadenwickelpakete 44 auf den Hülsen 30 zu erwärmen. Das erwärmte Gas wird über den Auslass 34 der Heiz- und Gebläseeinheit 38 zugeführt, um auf diese Weise eine vorgewählte Temperatur für die Fadenwickelpakete 44 und die Multifilamente 26 zu erreichen.

Das Verfahren der vorliegenden Erfindung erlaubt die Herstellung von Fadenwickelpaketen 44 auf den Hülzen 30 mit einer käseartigen Gestalt, wie sie schematisch in Fig. 2 dargestellt wird. Ein Schrumpfen und eine Deformation der Fadenwickelpakete 44 während der Lagerung oder ein Festschrumpfen dergestalt, dass das Fadenwickelpaket nicht mehr von dem
 5 Spann Futter abgenommen werden kann, sowie die Ausbildung von einem Sattel 50 mit harten Kanten 52, wie dies schematisch in Fig. 3 dargestellt wird, wird nicht mehr beobachtet. Es treten daher keine Abspulprobleme während der Weiterverarbeitung der Fadenwickelpakete auf. Dabei weisen die Polyesterfadenwickelpakete, die gemäß dem vorliegenden Verfahren erhältlich sind, eine verbesserte Langzeitlagerstabilität auf, und sie sind gegenüber erhöhten Temperaturen während der Lagerung und des Transportes insensitiv. Insbesondere behalten sie ihre vorteilhaften Eigenschaften und ihre käseartige Gestalt selbst bei einer Lagerung für eine längere Zeitperiode, wie beispielsweise 4 Wochen.

Das erfindungsgemäß erhältliche Polyester-Multifilament-Garn weist nach 4 Wochen Lagerung bei Normalbedingungen

- 15 a) eine Reißdehnung zwischen $>60\%$ und 165% , vorzugsweise zwischen 75 und 145%
- b) einen Kochschrumpf von 0 bis 10% ,
- c) einen Normal-Uster unterhalb von $1,1\%$, vorzugsweise $\leq 0,9\%$,
- d) einen Variationskoeffizienten der Reißlast $\leq 4,5\%$, und
- e) einen Variationskoeffizienten der Reißdehnung $\leq 4,5\%$, auf.

20 Dabei ist der Begriff "Normalbedingungen" dem Fachmann bekannt und über die Norm DIN 53802 definiert. Unter "Normalbedingungen" gemäß DIN 53802 beträgt die Temperatur $20 \pm 2^\circ\text{C}$ und die relative Feuchte $65 \pm 2\%$.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es darüber hinaus besonders vorteilhaft, dass der Kochschrumpf direkt nach dem Aufspulen gemessen zwischen 0 bis 10% liegt und sich nach
 25 4 Wochen Lagerung bei Normalbedingungen um weniger als 2% abs. erniedrigt. Bei Transportbedingungen bis 65°C kann sich der Kochschrumpf naturgemäß nur noch um maximal 10% abs. erniedrigen. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass derart hergestellte POY-Spulen sich hervorragend weiterverarbeiten lassen, wobei höhere Verstreckverhältnisse

im Vergleich zum Spinnen ohne Dehnungserhöhungsmittel angewendet werden können und das verstreckte oder strecktexturierte Garn eine hohe Festigkeit und eine gleichmäßige Anfärbung aufweist. Dabei kann das positive Verhältnis von hoher Dehnung und niedrigem Kochschrumpf im POY nur durch das erfindungsgemäße Verfahren der Wärmebehandlung
5 bei vergleichsweise hohen Verweilzeiten, die weit oberhalb derer von Filamentbehandlungsmethoden z.B. mittels Galetten oder Heizschienen allein liegen und relativ niedrigen Temperaturen erhalten werden.

Verfahren zur Bestimmung der angegebenen Materialkenngrößen sind dem Fachmann bestens bekannt. Sie können der Fachliteratur entnommen werden. Obwohl die meisten Parameter auf
10 unterschiedliche Art und Weise ermittelt werden können haben sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung die nachfolgenden Methoden zur Bestimmung der Filament-Kenngrößen als besonders zweckmäßig erwiesen:

Die intrinsische Viskosität wird im Kapillarviskosimeter der Firma Ubbelohde bei 25°C gemessen und nach bekannter Formel berechnet. Als Lösungsmittel wird ein Gemisch aus
15 Phenol/1,2-Dichlorbenzol im Gewichtsverhältnis 3:2 verwendet. Die Konzentration der Lösung beträgt 0,5 g Polyester auf 100 ml Lösung.

Zur Ermittlung des Schmelzpunktes, der Kristallisations- und der Glas temperatur wird ein Kalorimeter-DSC-Gerät der Firma Mettler verwendet. Dabei wird die Probe zunächst bis 280°C erwärmt und aufgeschmolzen und danach abgeschreckt. Die DSC-Messung erfolgt im
20 Bereich von 20°C bis 280°C mit einer Heizrate von 10 K/min. Die Temperaturgrößen werden durch den Prozessor ermittelt.

Die Bestimmung der Dichte von Multifilamenten erfolgt in einer Dichte-Gradienten-Säule bei einer Temperatur von $23 \pm 0,1^\circ\text{C}$. Als Reagenz werden n-Heptan (C_7H_{16}) und Tetrachlormethan (CCl_4) verwendet. Das Ergebnis der Dichtemessung kann zur Berechnung
25 des Kristallinitätsgrades verwendet werden, indem man die Dichte des amorphen Polyesters D_a und die Dichte des kristallinen Polyesters D_k zugrunde legt. Die entsprechende Berechnung ist literaturbekannt, beispielsweise gilt für PTMT $D_a = 1,295 \text{ g/cm}^3$ und $D_k = 1,429 \text{ g/cm}^3$.

Der Titer wird mit einer Präzisionswaage und einer Wägeeinrichtung in bekannter Weise ermittelt. Dabei beträgt die Vorspannung zweckmäßigerweise für vororientierte Filamente (POYs) 0,05 cN/dtex und für texturiertes Garn (DTY) 0,2 cN/dtex.

5 Die Reißfestigkeit und die Reißdehnung werden in einem Statimat-Meßgerät bei folgenden Bedingungen ermittelt; die Einspannlänge beträgt 200 mm für POY bzw. 500 mm für DTY, die Messgeschwindigkeit beträgt 2000 mm/min für POY bzw. 1500 mm/min für DTY, die Vorspannung beträgt 0,05 cN/dtex für POY bzw. 0,2 cN/dtex für DTY. Durch Division der Werte für die maximale Reißlast durch den Titer wird die Reißfestigkeit bestimmt, und die Reißdehnung wird bei maximaler Last ausgewertet.

10 Zur Bestimmung des Kochschrumpfes werden Stränge von Multifilamenten spannungslos in Wasser bei $95 \pm 1^\circ\text{C}$ für 10 ± 1 min behandelt. Die Stränge werden mittels einer Waage mit einer Vorspannung von 0,05 cN/dtex für POY bzw. 0,2 cN/dtex für DTY hergestellt; die Längenmessung der Stränge vor und nach der Temperaturbehandlung erfolgt bei 0,2 cN/dtex. Aus dem Längenunterschied wird in bekannter Weise der Kochschrumpf berechnet.

15 Die Kräuselkennwerte der texturierten Multifilamente werden nach DIN 53840, Teil 1 mit dem Texturmaten der Firma Stein/D bei 120°C Entwicklungstemperatur gemessen.

Die Normal-Usterwerte werden mit dem Uster-Tester 4-CX ermittelt und als Uster-%-Werte angegeben. Dabei beträgt bei einer Prüfgeschwindigkeit von 100 m/min die Prüfzeit 2,5 min.

20 Das theoretisch berechnete maximal anzuwendende Verstreckverhältnis (Beispiel 1-3) wird auf Grund der Zugabe des Dehnungserhöhungsadditives bei höheren Spinnengeschwindigkeiten als ohne Additiv erhalten, was ökonomisch einen Kapazitätsvorteil bedeutet. Es liegt zwischen 1,6 und 2,65, vorzugsweise zwischen 1,75 und 2,45.

Das erfindungsgemäße Polyester multifilament-Garn kann auf einfache Art und Weise weiterverarbeitet, insbesondere strecktexturiert werden. Im Rahmen der vorliegenden
25 Erfindung erfolgt die Strecktexturierung vorzugsweise bei einer Texturierungsgeschwindigkeit von mindestens 500 m/min, besonders bevorzugt bei einer Texturierungsgeschwindigkeit von

mindestens 700 m/min. Das Verstreckverhältnis ist vorzugsweise mindestens 1:1,35, insbesondere mindestens 1:1,40. Dabei hat sich die Strecktexturierung auf einer Maschine vom Hochtemperatur-Heizer-Typ, wie beispielsweise die AFK der Firma Barmag, als besonders zweckmäßig erwiesen.

- 5 Die derart hergestellten bauschigen Filamente weisen eine geringe Anzahl an Flusen und nach dem Anfärben unter Kochbedingungen mit einem Dispersionfarbstoff ohne Carrier eine exzellente Farbtiefe und Farbgleichmäßigkeit auf.

- 10 Erfindungsgemäß hergestellte bauschige SET-Filamente besitzen vorzugsweise eine Reißfestigkeit von mehr als 20 cN/tex und eine Reißdehnung von mehr als 32%. Bei bauschigen HE-Filamenten, die ohne Temperaturanwendung in einem zweiten Heizer erhältlich sind, beträgt die Reißfestigkeit vorzugsweise mehr als 20 cN/tex und die Reißdehnung mehr als 30 %.

Das Bausch- und Elastizitätsverhalten der erfindungsgemäßen Multifilamente ist hervorragend.

- 15 Nachfolgend wird die Erfindung durch Beispiele eingehender erläutert, ohne dass die Erfindung auf diese Beispiele beschränkt werden soll.

Beispiele 1 bis 3

Spinnen und Aufspulen

- 20 PTMT-Chips mit einer intrinsischen Viskosität von 0,93 dl/g, einer Schmelzeviskosität von 325 Pa s (gemessen bei 2,4 Hz und 255°C), einem Schmelzpunkt von 227°C, einer Kristallisationstemperatur von 72°C und einer Glasübergangstemperatur von 45°C wurden bei einer Temperatur von 130°C in einem Taumeltrockner auf einen Wassergehalt von 11 ppm getrocknet.

- 25 Die Chips wurden in einem 3E4-Extruder der Firma Barmag aufgeschmolzen, so dass die Temperatur der Schmelze 255°C betrug. Dieser Schmelze wurden verschiedene Mengen an

Polymethylmethacrylat des Handelstyps Plexiglas 7N der Firma Röhm GmbH / D als Dehnungserhöhungsadditiv hinzugefügt, welches zuvor auf eine Restfeuchte von weniger als 0,1 % getrocknet wurde.

Das Additiv-Polymer wurde hierzu mittels eines Aufschmelzextruders aufgeschmolzen und mit einer Zahnrad dosierpumpe der Einspeiseeinrichtung zugeführt und dort durch eine Injektionsdüse in Flußrichtung der Polyesterkomponente zugeführt. In einem statischen Mischer der Fa. Sulzer, Typ SMX mit 15 Elementen und einem Innendurchmesser von 15 mm wurden beide Schmelzen homogen miteinander vermischt und fein dispergiert.

Die Schmelzeviskosität vom Typ Plexiglas 7N betrug 810 Pa s (2,4 Hz, 255°C), womit das Verhältnis aus Additiv- und Polyesterschmelzeviskosität 2,5 : 1 betrug.

Die transportierte Schmelzemenge betrug 63 g/min bei einer Verweilzeit von 6 min, die von der Spinnpumpe dem Düsenpaket zudosierte Menge wurde derart eingestellt, dass der POY-Titer etwa 102 dtex betrug. Es wurden verschiedene Aufspulgeschwindigkeiten eingestellt. Nach der Spinnpumpe vor Eintritt in das Düsenpaket war ein Element statischer Mischer, Typ HD-CSE mit 10 mm Innendurchmesser der Firma Fluitec installiert. Die Begleitheizungen von Produktleitung und Spinnblock, der die Pumpe und das Düsenpaket enthielt, waren auf 255°C eingestellt. Das Düsenpaket enthielt als Filtermedien Stahlsand der Körnung 350-500 µm mit einer Höhe von 30 mm sowie einen 20 µm Vlies- und einen 40 µm Gewebefilter. Die Schmelze wurde durch eine Düsenplatte von 80 mm Durchmesser und 34 Löchern mit einem Durchmesser von 0,25 mm und einer Länge von 1,0 mm extrudiert. Der Düsendruck betrug etwa 120-140 bar.

Die Abkühlungsverzögerungszone hatte eine Länge von 100 mm, wobei 30 mm beheizte Wandung und 70 mm Isolation und unbeheizter Rahmen waren. Die Schmelzefäden wurden daran anschließend in einem Blasschacht mit Querstromanblasung einer Blaslänge von 1500 mm abgekühlt. Die Kühlluft hatte eine Geschwindigkeit von 0,35 m/sec, eine Temperatur von 18°C und eine relative Feuchte von 80%. Der Erstarrungspunkt der Filamente lag in einem Abstand von etwa 800 mm unterhalb der Spinn Düse.

Mit Hilfe eines Fadenölers in einem Abstand von 1050 mm von der Düse wurden die Fäden mit Spinnpräparation versehen und gebündelt. Der Öler war mit einer TriboFil-Oberfläche ausgeführt und hatte eine Zulauföffnung von 1 mm Durchmesser. Die aufgetragene

5 Präparationsmenge betrug 0,40 % bezogen auf das Fadengewicht.

Der gebündelte Multifilament-Faden wurde dann der Aufspulmaschine zugeführt. Der Abstand zwischen Öler und erster Abzugsgalette betrug 3,2 m. Die Konditionierzeit lag zwischen 95 und 140 ms. Ein Galettenpaar wurde vom Faden S-förmig umschlungen. Zwischen den Galetten war eine Temco-Entanglingdüse installiert, die mit einem Luftdruck von 1,5 bar betrieben wurde. Entsprechend der Geschwindigkeitseinstellung wurde die Aufspulgeschwindigkeit des Wicklers vom Typ SW6 der Firma Barmag derart eingestellt, dass die Aufspulfadenspannung etwa 6 cN betrug. Der Wickler war in einer Box installiert, in die Luft aus einem Lufterhitzer und mittels eines Gebläses eingeleitet wurde und die derart geregelt wurde, dass sich im Innern der Box ca 20 cm vom laufenden Spulpaket entfernt eine

10

15 Temperatur von 63°C mit einer Schwankung von +/- 1,5°C einstellte.

Für alle Additiv-Zugabemengen wurde eine signifikante Erhöhung der Produktivität erzielt. Es wurden 10 kg-Spulen hergestellt, die sich problemlos vom Spuldorn abnehmen ließen. Die POY-Garne zeichnen sich durch eine gute zeitliche Konstanz der Garneigenschaften über die Lagerzeit von 4 Wochen bei Normalklima gemäß DIN 53802 aus. Die Kochschrumpfwerte wurde direkt nach dem Spinnen und Aufspulen im Bereich von 5 bis 8% ermittelt und lagen weniger als 2%abs. höher als diejenigen der gelagerten Spulen. Die Texturierbarkeit und die erzielte Anfärbegleichmäßigkeit waren hervorragend. Das maximal anzuwendende Verstreckungsverhältnis war überraschend hoch für die angewendeten POY-

25 Geschwindigkeiten. Als maximal anzuwendendes Verstreckverhältnis (VV) haben wir uns an die Definition in EPS 0 080 274, Seite 6, Zeile 51, gehalten : $VV = (1 + \text{POYDehnung}(\%) / 100)$. Zur Simulation eines Transportes wurden Spulen dieser Einstellungen in einer Wärmekammer 20 Stunden einer Temperatur von 60°C ausgesetzt. Die Spulengestalt sowie die textilen Kenndaten änderten sich nur unwesentlich.

Vergleichsbeispiel 4

Es wurde wie in Beispiel 1 verfahren mit folgenden Unterschieden. Das Additivdosiersystem wurde von der Produktleitung abgetrennt, so dass kein Dehnungserhöhungsmittel eingespeist wurde. Weiterhin wurde die Wicklerbox entfernt und in der Umgebung des Wickelpaketes
5 stellte sich bei einer Raumtemperatur von 24°C eine Temperatur von 34°C an derselben Meßstelle ein.

Auf Grund des fehlenden Dehnungserhöhungsmittels wird eine niedrigere Dehnung im Vergleich zu Beispiel 1 und damit ein niedrigeres maximales VV erhalten. Die Kapazität und damit die Wirtschaftlichkeit der Spinnstelle reduziert sich entsprechend. Die ungenügende
10 Wärmebehandlung des Fadenwickels führt zu einem Kochschrumpf von ca 53%, der sich nach der Lagerung um 9%abs. auf 44% erniedrigt. Eine dann folgende 60°C-Behandlung wie oben reduziert den Kochschrumpf um etwa 40% abs..

Die weiteren Parameter und Kenndaten sind in den Tabellen 1 bis 4 zusammengestellt.

Tabelle 1: Versuchsparameter

Versuchsparameter	Beispiel 1	Beispiel 2
Additivkonzentration [%]	0,7	1,0
Abzugsgeschwindigkeit [m/min]	3520	4022
Aufspulgeschwindigkeit [m/min]	3500	4000
Spinnverzug	182	181
Fadenspannungen		
vor Galetten ¹ [cN]	15,5	16
zwischen Galetten ¹ max [cN]	13	12,5
vor Galetten ² [cN/dtex]	0,15	0,16
zwischen Galetten ² max [cN/dtex]	0,13	0,12
Aufspulfadenspannung ¹ [cN]	5,9	6,4
Aufspulfadenspannung ² [cN/dtex]	0,058	0,062
Wicklerbox	ja	ja

¹: absolut

²: bezogen auf den Titer

Tabelle 1: Versuchsparameter (Fortsetzung!)

Versuchsparameter	Beispiel 3	Vergleichsbeispiel 4
Additivkonzentration [%]	0,5	0
Abzugsgeschwindigkeit [m/min]	4517	3520
Aufspulgeschwindigkeit [m/min]	4455	3500
Spinnverzug	182	182
Fadenspannungen		
vor Galetten ¹ [cN]	19	15
zwischen Galetten ¹ max [cN]	13	13
vor Galetten ² [cN/dtex]	0,19	0,15
zwischen Galetten ² max [cN/dtex]	0,13	0,13
Aufspulfadenspannung ¹ [cN]	6,5	5,9
Aufspulfadenspannung ² [cN/dtex]	0,064	0,058
Wicklerbox	ja	nein

¹: absolut²: bezogen auf den Titer

5

Tabelle 2: Materialeigenschaften der vororientierten PTMT-Filamente¹

Materialeigenschaften	Beispiel 1	Beispiel 2
Titer [dtex]	102,5	103
Reißfestigkeit [cN/tex]	21,8	22,3
Reißdehnung [%]	115,4	98,2
Normal-Uster [%]	0,90	0,84
Kochschrumpf [%]	4,1	4,9
CV-Reißlast [%]	2,5	3,1
CV-Reißdehnung [%]	2,9	3,3
Max. VV berechnet ..	2,15	1,98

CV: Variationskoeffizient

¹: nach 4 Wochen Lagerung bei Normalbedingungen gemessen

Tabelle 2: Materialeigenschaften der vororientierten PTMT-Filamente¹

Materialeigenschaften		Beispiel 3	Vergleichsbeispiel 4
Titer	[dtex]	102	102,5
Reißfestigkeit	[cN/tex]	23,1	25,6
Reißdehnung	[%]	79,1	79,1
Normal-Uster	[%]	0,90	0,98
Kochschrumpf	[%]	6,4	44
CV-Reißlast	[%]	2,5	3,4
CV-Reißdehnung	[%]	3,4	4,9
Max. VV berechnet		1,79	1,79

CV: Variationskoeffizient

¹: nach 4 Wochen Lagerung bei Normalbedingungen gemessen

5 Strecktexturierung

Die PTMT-Filament-Spulen der Beispiele 1 und 2 wurden vier Wochen in Normal-Klima gemäß DIN 53802 gelagert und dann einer Strecktexturiermaschine der Firma Barmag, Typ FK6-S-900, vorgelegt. Die Versuchsparameter der Strecktexturierung zur Herstellung sogenannter SET-Filamente sind in Tabelle 3, die Materialeigenschaften der resultierenden

10 bauschigen SET-Filamente sind in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Die Texturierfehler wurden mittels UNITENS der Firma Barmag erfaßt bei folgenden Grenzwerteinstellungen: UP/LP = 3,0 cN, UM/LM = 6,0 cN.

Tabelle 3: Versuchsparameter der Strecktexturierung

Versuchsparameter	Beispiel 1	Beispiel 2
Geschwindigkeit [m/min]	700	700
Verstreckverhältnis	1 : 1,60	1 : 1,44
D/Y-Verhältnis	2,1	2,1
Temp.-Heizer 1 [°C]	155	155
Temp.-Heizer 2 [°C]	160	160
Texturierfehler [n/10 km]	0	0
Fadenspannung		
F ¹ , vor Aggregat [cN]	23	22
F ² , nach Aggregat [cN]	21	20
F ² -CV [%]	1,2	1,4

F²-CV: Variationskoeffizient von F²

Tabelle 4: Materialeigenschaften der strecktexturierten Filamente

Materialeigenschaften	Beispiel 1	Beispiel 2
Titer [dtex]	69	79
Reißfestigkeit [cN/tex]	25,3	23,8
Reißdehnung [%]	34,8	35,3
visuelle Anfärbungsbeurteilung	gleichmäßig	gleichmäßig

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung und zum Aufspulen von vororientierten Polyester-Multifilament-Garnen, die zumindestens 85 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Multifilament-Garns aus Polybutylenterephthalat (PBT) und/oder
5 Polytrimethylenterephthalat (PTMT) bestehen und zwischen 0,05 Gew.-% und 2,5 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Multifilament-Garns mindestens eines Additiv-Polymers als Dehnungserhöhungsmittel enthalten, dadurch gekennzeichnet, dass man ein langzeitlagerstabiles Fadenwickelpaket bereitstellt, welches während Lagerung und Transport gegenüber erhöhten Temperaturen unempfindlich ist, indem
10 man das Fadenwickelpaket des Polyester-Multifilament-Garns bei einer Temperatur im Bereich von $> 45^{\circ}\text{C}$ bis 65°C wärmebehandelt.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man das Fadenwickelpaket unter Verwendung von beheizten Walzen oder Rollen wärmebehandelt.
- 15 3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man das Fadenwickelpaket unter Verwendung von Strahlungswärme wärmebehandelt.
4. Verfahren gemäß mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man das Fadenwickelpaket unter Verwendung von erwärmten Gasen wärmebehandelt.
- 20 5. Verfahren gemäß mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man das Fadenwickelpaket innerhalb eines Gehäuses wärmebehandelt, welches die Hülse mit dem Fadenwickelpaket umgibt.
6. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass man durch einen Einlass ein Gas in das Gehäuse leitet.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass man das Gas aus dem Gehäuse durch einen Auslass entfernt.
8. Verfahren gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass man das Gas in einem Kreislauf zirkuliert, welcher den Einlass und den Auslass umfasst.
- 5 9. Verfahren gemäß Anspruch 7 und/oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass man in Bewegungsrichtung des Garnes das Gas hinter der Hülse zuführt und vor der Hülse abführt.
- 10 10. Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass man das Gas außerhalb des Gehäuses erwärmt.
- 10 11. Verfahren gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass man die Temperatur innerhalb des Gehäuses misst und durch geeignetes Erwärmen die Temperatur des Gases derart anpasst, dass die Temperatur innerhalb des Gehäuses im Bereich von > 45° C bis 65° C liegt.
12. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man das Fadenwickelpaket derart aufspult, dass es eine käseartige Gestalt hat.
- 15 13. Verfahren gemäß mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man vor dem Aufspulen mindestens ein Polyester-Multifilament-Garn bei einer Temperatur im Bereich von 50° C bis 150° C wärmebehandelt.
14. Verfahren gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass man mindestens ein Polyester-Multifilament-Garn unter Verwendung von beheizbaren Galetten wärmebehandelt.
- 20 15. Verfahren gemäß Anspruch 13 und/oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass man das mindestens eine Polyester-Multifilament-Garn unter Verwendung von erwärmten Gasen wärmebehandelt.

16. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass man das mindestens eine Polyester-Multifilament-Garn unter Verwendung von Strahlungswärme wärmebehandelt.
17. Verfahren gemäß mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man
- 5
- a) den Spinnverzug im Bereich von 70 bis 500 einstellt,
 - b) die Filamente direkt nach Austritt aus der Spinn Düse einer Abkühlungsverzögerungszone von 30 mm bis 200 mm Länge durchlaufen lässt,
 - c) die Filamente unter die Erstarrungstemperatur abkühlt,
 - d) die Filamente in einem Abstand zwischen 500 mm und 2500 mm Länge von der Düsenunderseite bündelt,
 - e) die Fadenspannung vor und zwischen den Abzugsgaletten zwischen 0,05 cN/dtex bis 0,20 cN/dtex einstellt,
 - f) den Faden mit einer Fadenspannung zwischen 0,025 cN/dtex bis 0,15 cN/dtex aufspult.
- 10
18. Verfahren gemäß mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man die Aufspulgeschwindigkeit zwischen 2200 m/min und 6000 m/min einstellt.
- 15
19. Verfahren gemäß mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man PBT und/oder PTMT mit einer Grenzviskositätszahl im Bereich von 0,7 dl/g bis 0,95 dl/g einsetzt.
- 20
20. Vororientierte Polyester-Multifilament-Garne erhältlich durch ein Verfahren gemäß mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es nach vier Wochen Lagerung bei Normalbedingungen gemäß DIN 53802
- 25
- a) eine Reißdehnung zwischen 75 % und 145 %,
 - b) einen Kochschrumpf im Bereich von 0 bis 10 %,
 - c) einen Normal-Uster unterhalb von 1,1 %,

- d) einen Variationskoeffizienten der Reißlast $\leq 4,5 \%$ und
- e) einen Variationskoeffizienten der Reißdehnung $\leq 4,5 \%$ aufweist.

- 21. Verfahren zur Herstellung von bauschigen Garnen, dadurch gekennzeichnet, dass man
5 Multi-Filament-Garne gemäß Anspruch 20 in einer Strecktexturiermaschine bei einer Geschwindigkeit von mindestens 500 m/min strecktexturiert.
- 22. Bauschige Polyester-SET-Filamente erhältlich durch ein Verfahren gemäß Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass deren Reißfestigkeit mehr als 20 cN/tex und die Reißdehnung mehr als 32 % beträgt.
- 10 23. Bauschige Polyester-HE-Filamente erhältlich durch ein Verfahren gemäß Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass deren Reißfestigkeit mehr als 20 cN/tex und die Reißdehnung mehr als 30 % beträgt.

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung und zum Aufspulen von vororientierten Polyester-Multifilament-Garnen, die zumindestens 85 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Multifilament-Garns aus Polybutylenterephthalat (PBT) und/oder

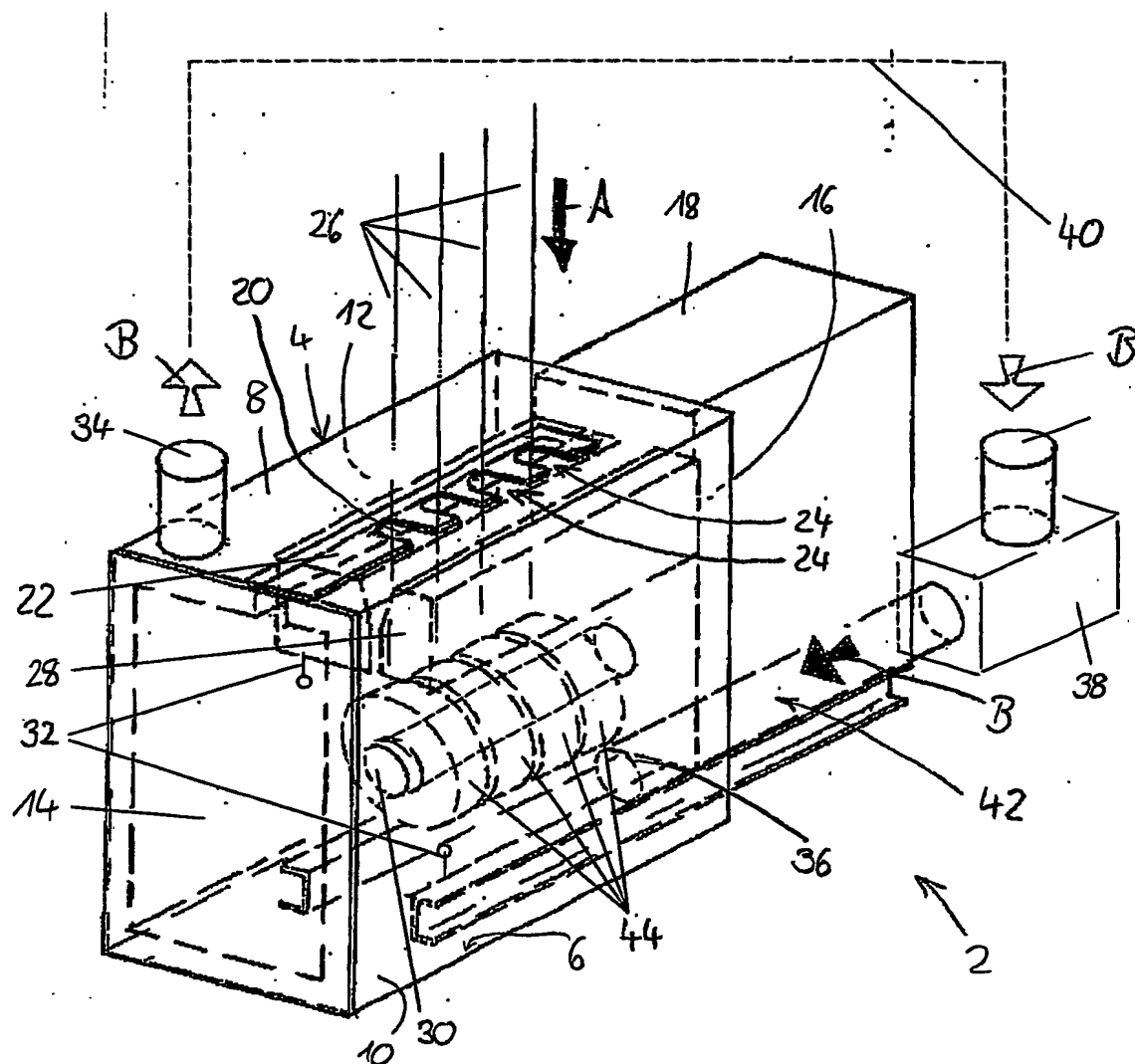
5 Polytrimethylenterephthalat (PTMT) bestehen und zwischen 0,05 Gew.-% und 2,5 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Multifilament-Garns mindestens eines Additiv-Polymers als Dehnungserhöhungsmittel enthalten. Dabei zeichnet sich das Verfahren dadurch aus, dass man ein langzeitlagerstabiles Fadenwickelpaket bereitstellt, welches während Lagerung und

Transport gegenüber erhöhten Temperaturen unempfindlich ist, indem man das

10 Fadenwickelpaket des Polyester-Multifilament-Garns bei einer Temperatur im Bereich von > 45° C bis 65° C wärmebehandelt.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind weiterhin die durch das Verfahren erhältlichen Polyester-Multifilament-Garne sowie ihre Verwendung.

Fig. 1



46

Fig. 2

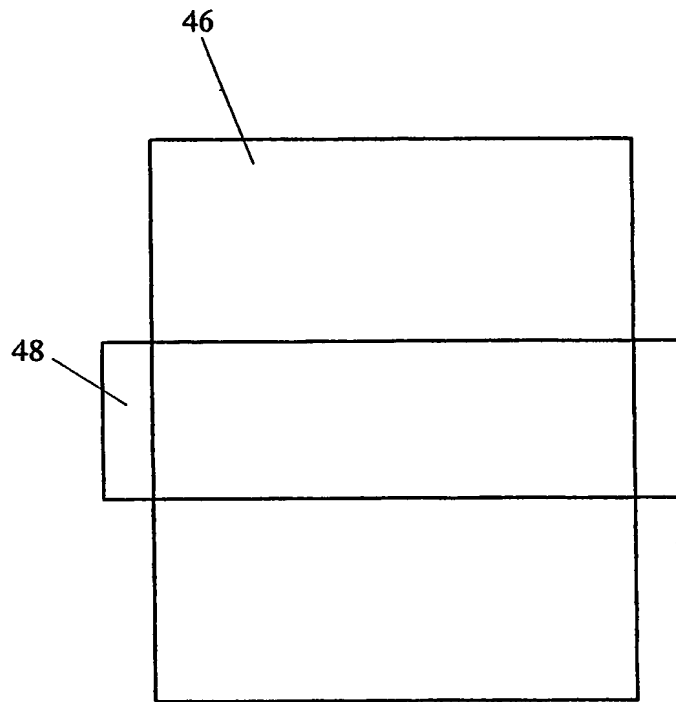


Fig. 3

